



LINDOMAR CANUTO DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE OS
COMPONENTES DE PRODUÇÃO E RENTABILIDADE DA CULTURA DA
ALFACE CULTIVADA EM AMBIENTE PROTEGIDO**

BAMBUÍ/MG

2018

LINDOMAR CANUTO DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE OS
COMPONENTES DE PRODUÇÃO E RENTABILIDADE DA CULTURA DA
ALFACE CULTIVADA EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Me. Gislaine Pacheco Tormen

Coorientadora: Prof.^a Me. Cláudia Aparecida de Campos

BAMBUÍ/MG

2018

LINDOMAR CANUTO DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE OS
COMPONENTES DE PRODUÇÃO E RENTABILIDADE DA CULTURA DA
ALFACE CULTIVADA EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Me. Gislaine Pacheco Tormen

Coorientadora: Prof.^a Me. Cláudia Aparecida de Campos

Aprovado em, _____ de _____ de 2018.

Prof.^a Me. Gislaine Pacheco Tormen (Orientadora IFMG *Campus* Bambuí)

Prof.^a Me. Cláudia Aparecida de Campos (Coorientadora IFMG *Campus* Bambuí)

Prof.^a Me. Érika Soares Reis (Professora IFMG *Campus* Bambuí)

Me. Li Chaves Miranda (Colaborador IFMG *Campus* Bambuí)

BAMBUÍ/MG

2018

S586e Silva, Lindomar Canuto da.
2018 Efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre os componentes de produção e rentabilidade da cultura da alface cultivada em ambiente protegido. / Lindomar Canuto da Silva. - Bambuí, 2018.
91 f. : il.

Orientadora: Gislaine Pacheco Tormen.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) -
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.
Campus Bambuí.

1. Custo de produção. 2. Manejo de irrigação. I. Tormen, Gislaine
Pacheco (orientadora). II. Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí. III. Título.

CDD: 631.587

Aos meus pais João Canuto e Agna Aparecida (in memoriam) por todo amor, apoio e por acreditarem em meus sonhos. A minha noiva Dessyrre por compartilhar inúmeros momentos de vitórias e fracassos durante esta jornada. Ao meu irmão Lucas pelos momentos compartilhados e ao meu afilhado João Gabriel, por me mostrar o lado criança da vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Deus nunca disse que a jornada seria fácil, mas Ele disse que a chegada valeria a pena. Por isso agradeço primeiramente a Deus por tudo aquilo que Ele fez durante estes anos e ainda fará em minha vida.

A minha mãe Agna Aparecida (in memoriam) por todo amor que sempre teve comigo, a senhora não teve a oportunidade de ver esse sonho começar, mas sei que se estivesse aqui estaria feliz com essa vitória. Ao meu pai João Canuto por todo apoio e cuidado comigo. Á vocês dois nenhuma sequência de obrigado seria o bastante para descrever minha gratidão.

A minha noiva Dessyrê pelo companheirismo, amor, incentivo e por todas as vezes que esteve comigo nos meus piores e melhores momentos.

Ao meu irmão Lucas, pelos momentos compartilhados que nos fizeram pensar em muitas coisas.

Aos amigos que fiz e partilhamos os mais diversos momentos que a faculdade nos reserva!

Aos meus Mestres pelo conhecimento repassado, em especial as minhas orientadoras e ao Prof. Luciano por nunca terem medido esforços para me ajudar.

A todos aqueles que me acolheram como família e partilharam deste momento, meu imenso Obrigado!

A melhor preparação para o amanhã é fazer o seu melhor hoje, então hoje começa uma nova história, cheia de gratidão.

“A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar”.

(Eduardo Galeano)

RESUMO

SILVA, Lindomar Canuto da. **Efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre os componentes de produção e rentabilidade da cultura da alface cultivada em ambiente protegido.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia). Bambuí: IFMG *Campus* Bambuí, 2018. 91 p.

No Brasil, o cultivo da alface apresenta grande relevância no cenário socioeconômico e na dieta alimentar, constituindo-se uma excelente fonte de sais minerais e vitaminas. O cultivo em ambiente protegido é de extrema importância para a cultura da alface, sendo cada vez mais difundido e utilizado pelos produtores desta hortaliça. Uma das principais dificuldades do cultivo da alface nesse ambiente, em especial para a região de Bambuí/MG, se dá pela falta de informações sobre o momento adequado de irrigar e a quantidade correta de água a ser aplicada, além da escassez de dados relacionados com os custos de produção e rentabilidade da cultura. Diante disso o presente trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação técnica e econômica do efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o crescimento e produtividade da cultura da alface cultivada sob ambiente protegido, nas condições edafoclimáticas da região de Bambuí/MG. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do setor de Olericultura do Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG *Campus* Bambuí, utilizando a cultivar de alface Vanda no espaçamento de 25 cm x 30 cm. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com 4 repetições e 5 tratamentos, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram caracterizados pelas lâminas de irrigação, denominadas T1, T2, T3, T4, T5, correspondendo, respectivamente a 25%, 50%, 75%, 100%, 125% da evapotranspiração da cultura (ETc). Buscando-se atender os objetivos propostos, foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro da cabeça comercial, massa fresca da parte aérea, números de folhas, matéria seca da parte aérea, altura da parte aérea, produtividade, eficiência no uso da água e os custos de produção. Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e a análise de regressão ao nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional "Sisvar". Nas condições edafoclimáticas em que o experimento foi conduzido, pode-se constatar que a lâmina de irrigação de 125% da ETc, foi superior as demais em todas as características agrônomicas avaliadas, exceto para a eficiência no uso da água e número de folhas por planta. Com relação ao custo de produção, o tratamento 5 (125% da ETc) foi o que obteve os maiores custos, no entanto o mesmo apresentou a melhor rentabilidade para o produtor. Contudo, o tratamento 4 (100% da ETc) apresentou resultados satisfatórios, bem próximos aos encontrados para o tratamento 5, com a vantagem de usar uma menor quantidade de água, o que é interessante visto a crescente preocupação com a escassez desse recurso e também pelo menor tempo de uso do sistema de irrigação e motobomba, ocasionando menor desgaste dos mesmos ao longo dos anos.

Palavras-chave: Custos de produção. Manejo de irrigação. Rentabilidade. Ambiente protegido.

ABSTRACT

SILVA, Lindomar Canuto da. **Effect of different irrigation slides on yield components and yield of lettuce cultivated under protected environment.** Final Thesis (Bachelor of Agronomy). Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2018. 91 p.

In Brazil, lettuce cultivation has great relevance in the socioeconomic scenario and in the diet, constituting an excellent source of minerals and vitamins. The cultivation in protected environment is extremely important for lettuce cultivation, being more and more widespread and used by the producers of this vegetable. One of the main difficulties of lettuce cultivation in this environment, especially in the Bambuí / MG region, is due to the lack of information about the appropriate moment of irrigation and the correct amount of water to be applied, as well as the scarcity of data related to the costs of production and profitability of the crop. The objective of this work was to make a technical and economic evaluation of the effect of different irrigation slides on the growth and productivity of lettuce cultivated under protected environment, under the edaphoclimatic conditions of the Bambuí region. The experiment was conducted in a greenhouse at the experimental area of the Olericultura sector of the Federal Institute of Minas Gerais - IFMG Campus Bambuí, using the Vanda lettuce cultivar at 25 cm x 30 cm spacing. The experimental design was a randomized block with 4 replicates and 5 treatments, totaling 20 experimental units. The treatments were characterized by irrigation slides, named T1, T2, T3, T4, T5, corresponding to 25%, 50%, 75%, 100% and 125% of crop evapotranspiration (ET_c), respectively. In order to meet the proposed objectives, the following variables were evaluated: commercial head diameter, fresh shoot mass, leaf numbers, shoot dry matter, shoot height, productivity, water use efficiency and costs of production. The data of the variables were submitted to analysis of variance with the F test and the regression analysis to the level of significance of 5% of probability, using the computer program "Sisvar". In the edaphoclimatic conditions in which the experiment was conducted, it can be seen that the irrigation depth of 125% of ET_c was higher than the others in all evaluated agronomic characteristics, except for water use efficiency and number of leaves per plant. Regarding the cost of production, the treatment 5 (125% of ET_c) was the one that obtained the highest costs, nevertheless it presented the best profitability for the producer. In conclusion, treatment 4 (100% of ET_c) presented satisfactory results, very close to those found for treatment 5, with the advantage of using a smaller amount of water, which is interesting considering the growing concern about the scarcity of this resource and also for the shortest time of use of the irrigation system and motor pump, causing less wear of the same over the years.

Keywords: Production costs. Irrigation management. Profitability. Protected environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui da área experimental (medidas em metros)	33
Figura 2 - Disposição das plantas dentro da unidade experimental (medidas em metros).....	33
Figura 3 - Aferição do diâmetro (A) e da altura da parte aérea (B)	37
Figura 4 - Pesagem da massa fresca da parte aérea	38
Figura 5 - Separação das folhas das plantas	39
Figura 6 - Pesagem da Matéria seca da parte aérea	40
Figura 7 - Temperaturas diárias máximas (T.max.), médias (T.med.) e mínimas (T. min.) do ar durante a execução do experimento.....	44
Figura 8 - Valores médios observados e estimados da MFPA, em função das lâminas de irrigação aplicadas	49
Figura 9 - Valores médios observados e estimados da AP, em função das lâminas de irrigação aplicadas	52
Figura 10 - Valores médios observados e estimados do DC, em função das lâminas de irrigação aplicadas	54
Figura 11 - Valores médios observados e estimados da NF, em função das lâminas de irrigação aplicadas	56
Figura 12 - Valores médios observados e estimados da MSPA, em função das lâminas de irrigação aplicadas	58
Figura 13 - Valores médios observados e estimados da PD, em função das lâminas de irrigação aplicadas	60
Figura 14 - Valores médios observados e estimados da EUA, em função das lâminas de irrigação aplicadas	63

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Valores do Kc, conforme o estágio de desenvolvimento das plantas.....	35
TABELA 2 - Faixas de duração total do ciclo (em dias) e duração de cada uma das 4 fases (em percentagem do total) da cultura da alface, segundo dados obtidos e adaptados de algumas regiões do mundo	36
TABELA 3 - Radiação solar no topo da atmosfera (Ra), expressa em equivalente de evaporação (mm.dia ⁻¹) para diferentes latitudes sul (graus).....	36
TABELA 4 - Análise química da área experimental.....	45
TABELA 5 - Análise física da área experimental.....	45
TABELA 6 - Valores da curva característica de retenção de água no solo da área experimental	46
TABELA 7 - Valores do teste de umidade no solo da área experimental.....	46
TABELA 8 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica MFPA, em função das lâminas de irrigação	48
TABELA 9 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica AP, em função das lâminas de irrigação	51
TABELA 10 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica DC, em função das lâminas de irrigação	53
TABELA 11 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica NF, em função das lâminas de irrigação	55
TABELA 12 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica MSPA, em função das lâminas de irrigação.....	57
TABELA 13 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica PD, em função das lâminas de irrigação	59
TABELA 14 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a EUA, em função das lâminas de irrigação	62
TABELA 15 - Lâminas de irrigação diárias e totais por cada tratamento	65
TABELA 16 - Tempo de irrigação por tratamento	66

TABELA 17 - Consumo de energia elétrica em Kw/h por tratamento	67
TABELA 18 - Custos variáveis do experimento.....	68
TABELA 19 - Custos fixos do experimento	70
TABELA 20 - Custos com água e energia elétrica durante o tempo do experimento	71
TABELA 21 - Valores do CopFT e CFT	72
TABELA 22 - Valores do CopVT, CA e CVT	73
TABELA 23 - Valores do CopT e CT	73
TABELA 24 - Valores do CopTme e CTme em reais por tratamento	74
TABELA 25 - Valores da RB e RL em reais por casa de vegetação	75
TABELA 26 - Dados climáticos e ETC obtidos durante a condução do experimento	90
TABELA 27 - Lâminas de irrigação diárias e totais por tratamento durante a execução do experimento calculados pelo método de Hargreaves	91

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Cultura da alfaca	17
3.2 Cultivo protegido	19
3.3 Manejo da irrigação	20
3.4 Evapotranspiração da cultura (ETc)	22
3.5 Coeficiente de cultura (Kc)	23
3.6 Administração rural	24
3.7 Contabilidade de custos	26
3.8 Custos de produção	27
3.9 Classificação dos custos.....	28
3.9.1 Custos diretos	28
3.9.2 Custos indiretos.....	28
3.9.3 Custos fixos	29
3.9.4 Custos variáveis	29
3.9.5 Custo operacional	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 Caracterização da área experimental	31
4.2 Amostragem de solo	31
4.3 Implantação e condução da cultura	32
4.4 Delineamento experimental	32
4.5 Condução do manejo da irrigação	34

4.6 Variáveis analisadas	36
<i>4.6.1 Altura e diâmetro da parte aérea</i>	37
<i>4.6.2 Massa fresca da parte aérea</i>	37
<i>4.6.3 Produtividade</i>	38
<i>4.6.4 Eficiência no uso da água (EUA)</i>	38
<i>4.6.5 Números de folhas</i>	39
<i>4.6.6 Matéria seca da parte aérea</i>	39
<i>4.6.7 Custo de produção</i>	40
4.7 Análise Estatística	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 Condições climáticas	44
5.2 Recomendação de calagem e adubação	45
5.3 Obtenção dos dados para aplicação da lâmina de irrigação	46
5.4 Avaliação da massa fresca da parte aérea	48
5.5 Avaliação da altura de parte aérea	51
5.6 Avaliação do diâmetro da cabeça	53
5.7 Avaliação do número de folhas	55
5.8 Avaliação da matéria seca da parte aérea	57
5.9 Avaliação da Produtividade	59
5.10 Avaliação da eficiência no uso da água	62
5.11 Simulação do consumo de energia elétrica	64
5.12 Custo de produção	67
<i>5.12.1 Custos fixos e variáveis</i>	67
<i>5.12.2 Custo com Água e energia elétrica</i>	70
<i>5.12.3 Custo fixo total e custo variável total</i>	72
<i>5.12.4 Custo operacional total e custo total</i>	73
<i>5.12.5 Renda bruta e rendas líquidas</i>	75

6 CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICE A – Dados climáticos e ETC obtidos durante a condução do experimento.....	90
APÊNDICE B – Lâminas de irrigação diárias e totais por tratamento durante a execução do experimento calculadas pelo método de Hargreaves.....	91

1 INTRODUÇÃO

Considerada uma das hortaliças folhosas com maior importância na alimentação da população mundial, a alface (*Lactuca sativa* L.) é cultivada praticamente em quase todos os países do mundo. No Brasil é uma das folhosas mais consumidas, constituindo-se uma excelente fonte de sais minerais e vitaminas. Além de demonstrar grande importância alimentar e econômica, o cultivo desta folhosa tem enorme relevância social, pois necessita de alta quantidade de mão de obra, durante todo o seu ciclo de desenvolvimento, gerando assim, empregos diretos e indiretos para a população da região.

As condições de umidade do solo exercem grande influência no desenvolvimento das hortaliças, principalmente para a cultura da alface, uma vez que a mesma é exigente em água, sendo o adequado manejo de irrigação importante não apenas para suprir as necessidades hídricas da cultura, mas também por diminuir problemas fitossanitários e gastos desnecessários com energia e água. O déficit de água no solo bem como o excesso da mesma, são constantemente fatores restritivos para o desenvolvimento da cultura da alface, prejudicando à obtenção de produtividades elevadas e de boa qualidade. Portanto a suplementação das necessidades hídricas das plantas no momento apropriado e na quantidade adequada por meio de uma correta irrigação é fundamental para o sucesso da atividade.

A produção da alface em condições de campo é dificultada ainda mais na época das chuvas, no entanto é nesta época em que o produto atinge o maior valor comercial. Portanto o cultivo protegido se torna uma tecnologia viável e de extrema importância para o cultivo da cultura na época das chuvas. Desta forma, o cultivo em ambiente protegido tem sido cada vez mais difundido e utilizado pelos produtores, uma vez que permite obter um produto de melhor qualidade, além de incrementar a produtividade e inserir no mercado um produto que não seria possível em condições de cultivo a campo. Simultaneamente, nesses ambientes uma adequada irrigação é indispensável, pois, o processo produtivo pode ser inviabilizado pelo inadequado manejo da irrigação.

Uma das dificuldades do cultivo da alface no ambiente protegido para as regiões, em especial para a região de Bambuí/MG, se dá pela falta de informações sobre o momento adequado de irrigar e a quantidade correta de água a ser aplicada, além da escassez de dados relacionados com os custos de produção e rentabilidade da cultura. Esta escassez de dados sobre os custos de produção é mais preocupante quando se leva em consideração a grande competitividade que o setor agrícola apresenta. Nesse aspecto, empresas rurais que investem em tecnologias e uso de recursos de maneira racional, obtêm melhores resultados econômicos.

As estimativas dos lucros e custos de produção de certa atividade agropecuária, constituem uma excelente ferramenta para a tomada de decisões a curto prazo, porque permitem vislumbrar o contexto atual e avaliar a viabilidade econômica de diversos tipos de atividades agropecuárias (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2009). Portanto, uma melhor prática das funções administrativas, principalmente as relacionadas aos custos de produção, por parte dos produtores rurais, podem contribuir positivamente para aumentar e melhorar o resultado econômico de sua atividade ou empresa.

Como o cultivo em ambiente protegido é de extrema importância para a cultura da alface, se faz necessário o desenvolvimento de pesquisas que visem o aproveitamento do potencial desta tecnologia nos diversos climas do país, principalmente aquelas voltadas para o adequado manejo da irrigação e economicidade do processo produtivo. Assim, surge a necessidade de serem avaliados e quantificados os efeitos dos fatores climáticos em relação a evapotranspiração da cultura e a lâmina de água adequada para o cultivo, capazes de promover uma produtividade econômica excelente.

Frente às necessidades apresentadas, esta pesquisa teve por finalidade à busca por manejo da irrigação adequados na cultura da alface em ambiente protegido, visando à otimização dos recursos hídricos utilizados pela cultura durante seu ciclo de vida, através da determinação da aplicação mais eficaz, bem como propostas de aproveitamento e diminuição do uso desta água e conseqüentemente a diminuição dos custos de produção e melhor rentabilidade da atividade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação técnica e econômica do efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o crescimento e produtividade da cultura da alface cultivada sob ambiente protegido, nas condições edafoclimáticas da região de Bambuí/MG.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar e quantificar as alterações na altura da parte aérea, número de folhas, diâmetro da cabeça, massa fresca da parte aérea e matéria seca da parte aérea, a fim de determinar a melhor lâmina de irrigação para a cultura da alface sob cultivo protegido;
- Avaliar a relação entre as diferentes lâminas de irrigação e a produtividade da alface em ambiente protegido;
- Determinar as possíveis reduções da quantidade de água utilizada na irrigação da cultura durante o seu ciclo;
- Analisar o custo de produção nas diferentes lâminas de irrigação, bem como a rentabilidade de cada tratamento; e
- Contribuir para o manejo da irrigação na cultura da alface sob ambiente protegido e também para futuras pesquisas nesta área.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.), é uma planta anual de porte herbáceo, autógama, pertencente à família das Asteraceae e originou-se de espécies silvestres, encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (MAROTO, 2002; RODRIGUES, 2002; FILGUEIRA, 2008). Foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, sendo atualmente uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil e no mundo (GOTO; TIVELLI, 1998; FIORINI *et al.*, 2007).

Devido ao aspecto nutricional da alface, sendo a mesma uma excelente fonte de vitamina A, possuindo ainda as vitaminas B1, B2 e C, além de cálcio e ferro e também pela facilidade de aquisição pelo consumidor ao longo do ano, com preços relativamente baixos, faz da alface a folhosa de maior frequência na dieta da população brasileira (CAMARGO, 1992; REIS; RODRIGUES; ALMEIDA, 2012; FURTADO, 2008). Tal fato impulsiona de forma crescente e positiva a cadeia do agronegócio de hortaliças no país (RESENDE *et al.*, 2005; BEZERRA NETO *et al.*, 2005).

Graças às suas propriedades nutritivas, que são conservadas pelo fato de ser consumida principalmente em saladas cruas ou em sanduíches, faz da alface um importante alimento para a população brasileira, sendo consumida por todas as classes sociais brasileiras (KATAYAMA, 1993; LOPES *et al.*, 2005).

A alface apresenta caule curto, sem ramificações, no qual as folhas ficam presas, crescendo em forma de rosetas. Suas folhas são amplas e tenras, apresentando aspecto de lisas ou crespas, formando ou não “cabeça”, com coloração variando do verde ao roxo, podendo ser encontradas cultivares com as margens das folhas arroxeadas ou totalmente roxas (MAROTO, 2002; RODRIGUES, 2002; FILGUEIRA, 2008). As raízes são do tipo pivotante, com o sistema radicular superficial contendo muitas ramificações delicadas, finas e curtas, explorando somente os 25 cm de solo quando transplantadas, podendo atingir até 60 cm de profundidade, quando feita a semeadura direta (FILGUEIRA, 2008).

É uma planta de ciclo anual, terminando a fase vegetativa quando a planta atinge o máximo desenvolvimento das folhas (GOMES *et al.*, 2005; SCHAFER, 2009). As condições de clima que beneficiam a fase vegetativa são temperaturas amenas e dias curtos, sendo estas, resistentes a baixas temperaturas e geadas leve (FILGUEIRA, 2008). Sua fase reprodutiva é favorecida por épocas de temperaturas altas e dias longos, sendo que esta fase consiste na

emissão do pendão floral. Na fase reprodutiva ocorre o alongamento e ramificação do caule, sendo que em cada ramificação forma uma inflorescência. A colheita da alface pode variar ente 45 a 80 dias após sementeira, devendo-se levar em conta a região, cultivar, método de cultivo e a época de plantio (GOMES *et al.*, 2005; FILGUEIRA, 2008; SCHAFER, 2009).

A cultura se adapta melhor em solos de textura média, rico em matéria orgânica, com boa disponibilidade de nutrientes e boa capacidade de retenção de água. A faixa de pH ideal para o melhor desenvolvimento da cultura se situa entre 6,0 a 6,8 (FILGUEIRA, 2008; SOUZA *et al.*, 2005). A saturação por bases deve ser de aproximadamente 70%, quando a análise de solo indicar valores inferiores a esse, deve-se efetuar a calagem. Quanto ao espaçamento, recomenda-se 25 a 30 cm x 25 a 30 cm (FILGUEIRA, 2008).

O elemento climático que exerce maior influência nos processos fisiológicos das plantas de alface é a temperatura do ar. Temperaturas mais elevadas ocasiona a formação de cabeças menos compactadas e colaboram para a ocorrência de deficiência de cálcio, ocasionando um distúrbio fisiológico conhecida como “*Tip Burn*”, ou seja, a queima das bordas das folhas mais novas. Além disso, temperaturas elevadas e dias longos estimulam o pendoamento precoce, o que não é desejável, pois ocasiona o florescimento prematuro, conferindo um sabor amargo as folhas, resultado da produção de látex pela planta, inviabilizando deste modo sua comercialização (VIGGIANO, 1990; SOUZA *et al.*, 2008; SALA, 2011).

Segundo Sanders (2001), a faixa ideal de temperatura para o desenvolvimento da planta está entre 15,5 e 18,3°C, podendo a mesma tolerar por alguns dias faixas de temperatura entre 26,6 a 29,4°C, sendo que temperaturas acima de 40°C retardam gradativamente a absorção de nutrientes. Embora essas sejam características climáticas adequadas, foi possível através do melhoramento desenvolver cultivares com resistência ao calor, permitindo o cultivo dessa hortaliça em diversas situações e regiões. Por ser uma hortaliça de clima temperado, possui melhor adaptação a baixas temperaturas (SANTANA; ALMEIDA; TURCO, 2009).

No Brasil, os dados indicam que os principais tipos de alface cultivados em ordem de importância econômica são: crespa, americana, lisa, mimosa e romana (SALA; COSTA, 2012; SUINAGA, 2013). De acordo com as características morfológicas das folhas e a formação de “cabeça” repolhuda ou não, podemos classificar as cultivares de alface em grupos, sendo eles grupo 1, grupo 2, grupo 3, grupo 4, grupo 5 e grupo 6, correspondendo respectivamente a repolhuda lisa, repolhuda crespa, solta lisa, solta crespa, mimosa e romana (FILGUEIRA, 2008; HEINZ; SUINAGA, 2009; BLIND, 2012).

Por apresentar alto grau tecnológico envolvido no seu cultivo, a alface é cultivada em diversos sistemas produtivos, sendo eles o cultivo convencional, sistema orgânico em campo aberto, cultivo hidropônico e o cultivo protegido. Esses sistemas apresentam diferenças em relação ao manejo da cultura, além de permitir obter hortaliças de qualidade e quantidade durante todo o ano (RESENDE *et al.*, 2007; HEINZ; SUINAGA, 2009).

3.2 Cultivo protegido

A produção comercial de algumas hortaliças nas diversas regiões do mundo, foi revolucionada com a descoberta do polímero de polietileno, no final da década de 30, e sua posterior introdução na agricultura, na década de 50 (LAMONT JUNIOR, 1996). No Brasil, a introdução desta tecnologia não é muito recente, sendo que há registros de trabalhos no final dos anos 60. No entanto, somente no final da década de 80 é que esta tecnologia passou a ser utilizada em larga escala (GRANDE *et al.*, 2003).

O cultivo protegido é caracterizado pela construção de estruturas com a finalidade de proteção das plantas contra agentes meteorológicos, permitindo o cultivo das mesmas em épocas que normalmente não seriam adequadas para a produção a céu aberto (PURQUERIO; TIVELLI, 2006). Segundo Andriolo (2002), o cultivo protegido é a colocação de uma barreira entre a atmosfera e o topo da cobertura vegetal, modificando deste modo o fluxo de energia entre o solo, a cultura e a atmosfera. Ainda de acordo com o autor, essa estrutura geralmente é construída com filme de polietileno em função de ser menos onerosa do que outros materiais, além disso a mesma permite um controle da maioria das variáveis que afetam e determinam o rendimento e a qualidade das hortaliças.

Recentemente, o cultivo protegido tem demonstrado um crescimento significativo, tornando-se um sistema de produção bastante difundido na agricultura atual, principalmente devido à necessidade de se fornecer produtos *in natura* de qualidade, independente da época do ano, com uma menor interferência de condições climáticas adversas (MAGGI *et al.*, 2006; SCHAFER, 2009).

Embora demande investimentos na construção das estruturas, este sistema assegura estabilidade de produção, qualidade do produto e, principalmente, à ampliação do período de produção. Além disso, tem-se observado outros benefícios, como a redução do ciclo da cultura, produtividade três vezes maior em relação ao cultivo convencional, menor consumo de água, maior controle de pragas e doenças, redução de gastos com defensivos agrícolas, e menor

lixiviação de nutrientes (ANDRIOLO, 2002; KOETZ *et al.*, 2006; RESENDE *et al.*, 2007; HEINZ; SUINAGA, 2009).

Um das principais diferenças entre o cultivo em ambiente protegido e os demais sistemas de produção é o uso do solo e o controle parcial de fatores ambientais, assim, o manejo adequado do sistema água-solo-planta-ambiente é de extrema importância para o sucesso do empreendimento neste tipo de sistema de produção. Na irrigação destes cultivos, para se obter o máximo rendimento das culturas deve-se levar em consideração aspectos do solo, da água, da planta, do microclima e dos equipamentos utilizados (CARRIJO; MAROUELLI; SILVA, 1999). A prática de irrigação nestes ambientes protegidos contribui para o aumento da produtividade bem como a melhoria na qualidade do produto (DERMITAS; AYAS, 2009; ZENG; BIE; YUAN, 2009; BILIBIO *et al.*, 2010). No entanto o manejo inadequado do sistema de irrigação pode inviabilizar o processo de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Apesar da relevância do cultivo em ambiente protegido para a olericultura brasileira, ainda são poucos os resultados de pesquisas que subsidiem o aproveitamento do potencial dessa tecnologia nas diferentes regiões climáticas do país, especialmente no que tange ao adequado manejo da irrigação (SANTOS; PEREIRA, 2004; JÚNIOR *et al.*, 2012).

3.3 Manejo da irrigação

Um adequado manejo da irrigação é importante para suprir as necessidades hídricas das plantas, bem como minimizar problemas com a lixiviação de nutrientes e doenças, além de gastos desnecessários com energia e água. A otimização do manejo da irrigação requer uma estimativa sistemática da quantidade de água no solo, afim de determinar as lâminas adequadas e o tempo de irrigação (MORGAN; PARSONS; WHEATON, 2001).

O rendimento e o desenvolvimento das hortaliças são influenciados diretamente pelas condições climáticas e a umidade do solo, assim o déficit hídrico ou o excesso podem acarretar uma redução significativa na produção (MAGGI, 2006; MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2017). Portanto, é ideal que o manejo da irrigação leve em consideração fatores do solo, do clima e da planta (FIGUERÊDO, 1998), não deixando que a água disponível para a planta seja limitada ou em excesso. Desta forma, o ideal é que o conteúdo de água do solo fique entre certos limites específicos (MORGAN; PARSONS; WHEATON, 2001).

Considerada uma das práticas agrícolas mais importantes para diversas culturas, especialmente para as hortaliças, o sucesso da irrigação depende do dimensionamento e manejo

adequado do sistema, devendo o mesmo possibilitar à aplicação uniforme da água sobre o solo e as plantas no momento oportuno e na quantidade correta. Portando o manejo da água de irrigação consiste em responder as perguntas, quanto e quando irrigar, objetivando viabilizar a produção, incrementar a produtividade e melhorar a qualidade das hortaliças, maximizar a eficiência do uso de água e energia, além de minimizar a ocorrência de doenças, insetos-praga e impactos ambientais (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2017).

Embora as perguntas pareçam ser facilmente respondidas, para a realização do manejo adequado é necessário conhecer os fatores relacionados à planta, ao clima e ao solo, sendo este um processo que envolve custos, medições e avaliações para que se possa responder as duas questões, exigindo pessoas devidamente treinadas e assistência técnica de qualidade (MAROUELLI; SILVA, 2006).

Existem diversos métodos disponíveis para realizar o manejo racional da irrigação, sendo que os mais precisos, são através de avaliações em tempo real da água disponível para a planta no solo ou do consumo de água pela mesma. Por acreditarem que esses métodos são complexos e caros, a maioria dos produtores optam por irrigar apenas levando em consideração o senso comum, por meio de práticas inadequadas. Diante disso, as hortaliças são frequentemente submetidas às condições de falta ou excesso de água, ocasionando reduções na produtividade e qualidade das mesmas. No entanto, existem métodos de baixo custo e simples que podem ser aplicados, com vantagens, por pequenos e médios produtores e até mesmo por aqueles com pouca ou nenhuma experiência em irrigação (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2017).

De acordo com Filgueira (2008) a cultura da alface é altamente exigente em água, devido à vasta área foliar e conseqüentemente a intensiva evapotranspiração, bem como o sistema radicular delicado e superficial, além da altíssima capacidade de produção, deste modo, deve-se realizar irrigações abundantes e frequentes. Portanto o teor de água útil do solo deve ser mantido acima de 80% durante todo o ciclo da cultura.

Quando o cultivo da alface é realizado no solo, o manejo da irrigação pode ser estabelecido, baseando-se no estado energético da água no solo ou nas plantas, na taxa de evapotranspiração da cultura ou na combinação de dois ou mais. A escolha de qual usar vai depender principalmente da disponibilidade de informações relacionadas ao sistema água-solo-planta-clima, de equipamentos para medições e também do grau de conhecimento do irrigante (MAROUELLI; SILVA, 2006).

Devido à importância da irrigação na produção agrícola, é fundamental seu planejamento e manejo adequado. Conforme Botega (2009), a agricultura irrigada em algumas regiões, tem sido inviabilizadas pela ineficiência de alguns projetos de irrigação, em razão do dimensionamento e manejo inadequado dos sistemas de aplicação de água com relação aos recursos hídricos disponíveis e ao consumo de energia. Diante disso torna-se importante a realização de estudos para definir quando e quanto irrigar, visando atender as necessidades hídricas das plantas de maneira racional.

Diversos trabalhos buscam estabelecer, para a cultura da alface uma lâmina de irrigação condizente com as condições edafoclimáticas de uma determinada região ou mais especificamente de um local por meio da evapotranspiração da cultura (GOMES *et al.*, 2005; VILAS BOAS *et al.*, 2007; JÚNIOR *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2008; CARDOSO; KLAR, 2011; SANTOS; PEREIRA, 2004).

3.4 Evapotranspiração da cultura (ET_c)

Na tentativa de maximizar a produção e minimizar os custos de produção, a estimativa do consumo de água pelas culturas apresenta grande destaque (MEDEIROS, 2002), pois, a mesma é um dos fatores de produção que mais limita a produtividade das plantas cultivadas. Portanto, deve-se realizar um manejo consciente da água utilizada na irrigação, através da determinação correta do conteúdo de água perdido por ET_c (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A determinação da ET_c é essencial para o correto dimensionamento de projetos de irrigação e no manejo de irrigação, pois, representa a quantidade de água que deve ser resposta ao solo para manter o desenvolvimento e produção em níveis ideais (JENSEN, 1968; PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997; MARIANO *et al.*, 2011). Sua determinação se dá em duas etapas, sendo que a primeira consiste na estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) e a segunda consiste na multiplicação da ET₀ por um coeficiente de cultura (K_c), obtendo deste modo a ET_c (DOORENBOS; PRUITT, 1977).

Constituindo-se em uma das variáveis mais importantes do ciclo hidrológico, a evapotranspiração consiste na ligação entre clima, energia e disponibilidade hídrica, ou seja, é um fenômeno multidimensional, uma vez que é afetado por diversas variáveis climáticas como, precipitação, velocidade do vento, razão de insolação, umidade relativa, temperatura máxima, média e mínima (MOHAN; ARUMUGAM, 1996).

A ET₀ representa a evapotranspiração que ocorre em uma superfície vegetada com uma cultura semelhante a grama verde à uma altura uniforme (entre 8 e 15 cm), sob desenvolvimento ativo, que recobre completamente o solo, sem limitação hídrica. A ET₀ constitui umas das principais ferramentas para a determinação da demanda hídrica das culturas (VICENTE *et al.*, 2014), podendo ser estimada por diversos métodos, desde aqueles mais simples, com base totalmente empírica, até aqueles com embasamento físico sobre o fenômeno, no entanto, há sempre algum empirismo presente. A existência de diversos métodos ocorre por causa da complexidade da transferência de água do sistema solo-planta para a atmosfera, a dificuldade de obtenção dos elementos meteorológicos necessários para a alimentação destes métodos e aos variados climas presentes no mundo (DE CARVALHO *et al.*, 2011).

De acordo com Alves Sobrinho *et al.*, (2011), a ET₀ pode ser mensurada utilizando-se métodos diretos ou indiretos, sendo, que o último possibilita resultados satisfatórios, reduzindo tempo e principalmente custos, quando comparados aos métodos diretos. Nos métodos diretos, entre outros, estão inclusos os diversos tipos de lisímetros e o balanço de água no solo (MIRANDA *et al.*, 2001), enquanto nos métodos indiretos se enquadram os métodos teóricos e empíricos estimados por meio de informações climáticas, entre esses temos Thornthwaite (1948), Penman (1948), Blaney e Criddle (1950), Jensen e Haise (1963), Priestley e Taylor (1972) e Hargreaves (1977), (SENTELHAS, 2003).

3.5 Coeficiente de cultura (K_c)

Os valores da evapotranspiração não podem ser utilizados para condições diferentes das quais foram determinados, deste modo é fundamental estabelecer relações entre a evapotranspiração da cultura e um valor de referência, para a correta estimativa das necessidades hídricas de uma cultura (MATZENAUER; BERGAMASCHI; BERLATO, 1998). Portanto a utilização de K_c associados a estimativas de ET₀, sobressai-se como uma importantíssima metodologia na estimativa das necessidades hídricas das plantas, sendo esta umas das informações mais relevantes para o manejo de irrigação racional (MENDONÇA *et al.*, 2007).

O K_c é basicamente uma relação entre a ET₀ e a ET_c, sendo que o mesmo representa uma integração dos efeitos de quatro características principais (albedo, resistência do dossel, altura da cultura e evaporação do solo) que diferem a cultura da cultura de referência (grama) (ALLEN *et al.*, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2003).

Fundamental para um adequado manejo de irrigação ligado a certa cultura, o K_c é alvo de diversos estudos relacionados à determinação do mesmo. A obtenção desta variável não é algo fácil, pois, depende do desenvolvimento da cultura nos seus diferentes estádios de desenvolvimento e de equipamentos e cálculos matemáticos sofisticados, que necessitam de diversas variáveis meteorológicas de difícil acesso (SILVA; AMARAL, 2008).

De acordo com Leal e Sedyama (2004), a ET_0 caracteriza a demanda de água evaporada numa determinada condição meteorológica, enquanto o K_c é a medida da restrição imposta pelo sistema solo-planta para atender tal demanda hídrica. Segundo Mohan e Arumugam (1996), o K_c é conceituado como uma relação empírica entre a ET_c e a ET_0 , sob condições de não estresse hídrico. Deste modo este coeficiente indica o desenvolvimento fisiológico e fenológico de determinada cultura em detrimento a evaporação de referência, além de representar o uso de água de uma cultura específica. Portanto, o K_c varia principalmente de acordo com as características da cultura, sendo influenciado em menor escala pelos elementos climáticos. Isto permite a utilização e transferência de valores padrões do K_c para diversas regiões geográficas e climas, constituindo, assim, a principal razão de aceitação de valores de K_c desenvolvidos em pesquisas anteriores (ALLEN *et al.*, 2006).

No decorrer do ciclo vegetativo da cultura, o valor do K_c varia de acordo com o crescimento e desenvolvimento da planta, do mesmo modo que varia com a fração de cobertura do solo pela vegetação na medida que as plantas envelhecem (SEDIYAMA; RIBEIRO; LEAL, 1998; SILVA; AMARAL, 2008). No início o K_c é baixo, pois a porcentagem de cobertura do solo pela cultura é pequena. Com o crescimento das plantas, a porcentagem de cobertura aumenta, ocasionando o aumento do K_c até atingir um valor máximo, que se dá quando as plantas cobrem totalmente a superfície do solo. Após esse período na fase de senescência das folhas, o K_c volta a decrescer. Na maioria dos casos, na fase de senescência, a irrigação não é mais necessária, sendo que as vezes se torna prejudicial para a colheita e qualidade do produto final (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997).

3.6 Administração rural

Considerada um ramo da ciência administrativa que não se preocupa apenas em analisar os aspectos inerentes à empresa rural, como também suas inter-relações com o meio ambiente, a administração rural abrange um conjunto de atividades que auxiliam os produtores rurais na tomada de decisões, com o objetivo de alcançar resultados econômicos melhores, conservando

a produtividade da terra (AVILA; AVILA; FERREIRA, 2003; SILVA, 2009). A administração rural passa por várias situações estruturais e comportamentais frente à nova ordem mundial de globalização, consumindo conceitos antigos e reconhecendo suas teorias na busca pelo aprimoramento da organização para a empresa rural (SILVA, 2009).

De acordo com Silva (2009), o planejamento das empresas rurais merece cada vez mais atenção e investimento por parte do empresário, pois as novas fases e mudanças da economia mundial modifica constantemente o planejamento das empresas rurais. Santos (1993) ressalta que a modernização do agronegócio proporciona um conceito de produção eficiente, pressionado pela necessidade de aumentar o uso dos fatores de produção, com a intenção de atingir sempre a mais alta produtividade.

Em função dessa pressão por resultados melhores, criou-se a necessidade da aplicação de novas práticas administrativas por parte das empresas rurais, com a finalidade de redução de custos e implementações de novas tecnologias para aumento da produtividade. Nesse sentido a administração rural é de extrema importância, pois, auxilia as empresas no diagnóstico e prognóstico de tais situações (MONTROYA; PARRÉ, 2000).

Os cenários evolutivos da economia representam um avanço nas práticas conservadoras de gerir a propriedade rural, deste modo o empresário deve buscar novas ferramentas que lhe propiciem resultados práticos, rápidos e com alto teor de assertividade (ARAÚJO, 2003).

Diante deste fato, é fundamental que o produtor rural seja um administrador competente e dedicado para conseguir ótimos resultados. Além disso, o mesmo deve levar a atividade rural muito a sério, pois, a mesma é afetada por diversos fatores, como a oscilação dos preços, os custos de produção, a natureza do produto agropecuário (geralmente perecíveis), os fatores climáticos, os imprevistos (doenças, pragas), a sazonalidade da produção e a extrema interferência do governo. Estes fatores complicam o bom andamento, tornando a atividade rural um investimento de alto risco em suas camadas produtivas (ZYLBERSTJAN, 2002; AVILA; AVILA; FERREIRA, 2003).

Portanto a contabilidade de custos desempenha o papel de uma importante ferramenta gerencial para o produtor rural, através de informações que possibilitam o planejamento, o controle e a tomada de decisão. Com isso, as empresas rurais tornam-se capazes de acompanhar a evolução de cada setor, como a administração financeira, controle dos custos e ainda fazer uma comparação dos resultados obtidos (HARTENBERG, 2013). Brum (2005) também defende o uso de melhores práticas de contabilidade de custos por parte do produtor rural, pois,

a partir destas práticas o produtor tem a capacidade de contabilizar seus reais custos de produção, possibilitando assim atenuar ou remediar a irregularidade natural do curso dos trabalhos, intensificando outras atividades conexas ou reparando as benfeitorias (ARBAGE, 2006).

3.7 Contabilidade de custos

A contabilidade de custos, segundo Bruni e Famá (2008), pode ser definida como o processo ordenado de utilização dos princípios e postulados contábeis para registrar os custos de operação de um negócio. Portanto, serve como um elo para identificar os métodos que vão ser utilizados no processo de gestão de custos, bem como no processo de gestão da empresa. Ulrich (2009) considera que a contabilidade de custos é uma técnica utilizada para identificar, mensurar e informar os custos dos produtos ou serviços.

De acordo com Callado e Callado (2004), a contabilidade de custos pode ser conceituada como o ramo da função financeira que acumula, organiza, analisa e interpreta os custos dos produtos, dos estoques, dos componentes da organização, dos planos operacionais e das atividades de distribuição para determinar o lucro, para controlar as operações e para auxiliar o administrador no processo de tomada de decisões e de planejamento.

Em qualquer atividade econômica, a contabilidades de custos é de extrema importância para orientar os processos administrativos e decisórios da empresa como um todo. O controle dos custos isoladamente não garante a manutenção e nem a ascensão da empresa no mercado, mas a ausência dele certamente a deixará mais exposta ao insucesso. Tradicionalmente, os custos são importantes na administração, uma vez que refletem eficiência na produção e indicam o sucesso de determinada empresa no seu esforço de produzir (DE RESENDE; SANTOS; COSTA, 2006).

Dentro do processo administrativo, a gestão financeira de uma empresa rural retrata uma questão muito importante, possuindo estes objetivos que evidenciem lucros financeiros ou não. Deste modo, é importante reconhecer a relevância da contabilidade de custos sob o aspecto de um processo que visa à otimização dos limitados recursos disponíveis para que qualquer organização possa prosperar. A contabilidade de custos ainda é pouco usada pelos produtores rurais, pois, os mesmos consideram essa técnica gerencial complexa em sua execução, apresentando baixo retorno prático. Na maioria das vezes a sua aplicação nas empresas rurais é

mais usual por finalidade fiscal, não possuindo grande interesse por parte do produtor, a aplicação deste instrumento administrativo na sua empresa (CALLADO; CALLADO, 2004).

Um sistema de custos tem objetivos bem definidos e amplos, que retratam sua relevância como ferramenta básica para a gestão de qualquer empreendimento, principalmente na agropecuária, onde os espaços de tempo entre produção e vendas, ou seja, entre custos e receitas, fogem à simplicidade de outros tipos de negócio, exigindo técnicas especiais para apresentação não só dos custos, mas dos resultados econômicos do empreendimento (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002).

Vale ressaltar que a contabilidade de custos é uma ferramenta gerencial para qualquer gestor, especialmente para o gestor agropecuário, pois, através da mesma o gestor pode fazer uma correta utilização dos custos de produção (NIELSEN; MITCHELL; NORREKLIT, 2015). Sendo que o custo de produção é necessário para análise de rentabilidade dos recursos empregados numa atividade produtiva. A sua realização é benéfica para tomada de decisão e permite ao empresário rural um indicativo econômico para a escolha de uma tecnologia mais viável para o seu empreendimento (GEISENHOFF *et al.*, 2010).

3.8 Custos de produção

Segundo Figueiredo e Moura (2002), os custos referem-se a valores gastos com insumos, matéria prima entre outros, ou seja, representam todos os sacrifícios que a empresa tem de assumir na obtenção de seus objetivos. Para Martins (2003), os custos de produção são relativos aos gastos com um bem ou serviço empregado na confecção de outros bens ou serviços.

Os custos de produção em uma organização ou empresa são definidos pelo total de recursos financeiros, tecnológicos e humanos, em termos monetários, utilizados ou gastos, para alcançar certo objetivo específico. Este objetivo pode ser os produtos que a empresa produz e comercializa (BATALHA, 2011). Com o passar dos anos e a maior competitividade do mercado, as empresas passaram a se importar mais com os custos de produção, tendo como finalidade serem mais competitivas no mercado (POMPERMAYER; PEREIRA LIMA, 2003).

Os custos de produção são classificados de diferentes formas, facilitando deste modo o entendimento prático e limitando o número de contas numa lista pré-determinada num rol das contas de cada empresa (CARARETO *et al.*, 2006). A classificação mais utilizada é também a mais antiga, esta é feita em relação ao objeto de custo, ou seja, classificando-os como diretos e

indiretos em relação ao produto ou serviço que está sendo produzido e fornecido pela empresa (PADOVEZE, 2013). Ainda segundo o mesmo autor, os custos diretos e indiretos, quando se toma como referencial o seu comportamento em relação ao volume de produção ou venda, podem ser classificados em custos fixos e variáveis. Esta classificação é importante para previsões de tomadas de decisão, estabelecendo possíveis novos cursos de ação que implicam em estudos prospectivos.

3.9 Classificação dos custos

3.9.1 Custos diretos

Estes custos são definidos como gastos indispensáveis à produção de certo produto considerando cada unidade produzida. Estes custos se referem aos custos inclusos diretamente no cálculo dos produtos, consistindo nos materiais diretos utilizados na confecção do produto e na mão de obra direta, além de serem devidamente mensuráveis de maneira objetiva (BRUNI; FAMÁ, 2004).

Segundo Santos, Marion e Segatti (2002), os custos diretos podem ser identificados com exatidão no produto finalizado, mediante um sistema e um método de aferição, cujo valor é relevante, como quilos de sementes, gastos com manutenção e funcionamento de tratores. Corroborando com esses autores, Padoveze (2013) cita que só pode ser classificado como custo direto, se for possível verificar ou estabelecer uma conexão direta com o produto final, de modo que o custo não seja confundido com outros produtos e seja possível medir sua participação no produto acabado.

3.9.2 Custos indiretos

Os custos indiretos auxiliam toda a produção, porém os mesmos caracterizam-se por apresentar dificuldades na identificação para cada unidade de produto fabricado ou comercializado (MARTINS, 2003). Para Leone (2008), os custos indiretos são todos os outros custos que dependem do emprego de recursos, de taxa de rateio, de parâmetros para o débito das contas.

No entendimento de Padoveze (2013), os custos indiretos são todos os gastos que não se enquadram como custos diretos. Desta forma estes gastos não podem ser alocados de forma objetiva ou direta aos produtos ou segmento, e caso venha a ser atribuídos, só serão por meio

de critério de distribuição. Segundo o mesmo autor os custos indiretos caracterizam-se, basicamente, por serem de caráter genérico e não específico de produtos finais. Sua relação com os produtos finais existe, porém de forma indireta.

3.9.3 Custos fixos

Os custos fixos também conhecidos como custos de capacidade, não se alteram em termos físicos e de valor, independente do volume de produção ou comercialização dentro de um intervalo de tempo relevante (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002; PADOVEZE, 2013). Como exemplos, temos a depreciação de instalações, benfeitorias e máquinas agrícolas; seguro de bens; salários de técnicos rurais e chefias (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002).

De acordo com Padoveze (2013) e Martins (2003), mesmo que uma série de gastos venha a ser classificadas como custo fixo, é relevante salientar que qualquer custo é sujeito a mudanças, pois tais custos podem diminuir ou aumentar em função de mudanças significativas na capacidade ou intervalo de produção. Enquanto isso, Leone (2008) afirma que o custo fixo é constante no total, na faixa de volume relevante da atividade esperada que está sendo considerada.

3.9.4 Custos variáveis

Os custos variáveis são as despesas variáveis as quais variam proporcionalmente de acordo com o nível de produção ou atividades, porém seus valores dependem diretamente do volume produzido ou do volume de vendas efetivado em certo período (HARTENBERG, 2013). Os custos variáveis variam em proporção direta com o volume de produção ou área de plantio, sendo que quanto maior o volume de produção ou venda de determinado item, maior será o custo variável. Como exemplos temos, fertilizantes, sementes, rações, horas máquinas (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002; BRUNI; FAMÁ, 2004; PADOVEZE, 2013).

No entendimento de Leone (2008), um custo variável aumenta à medida que a atividade aumenta, ou seja, o mesmo é proporcional ao nível da atividade exercida. Deste modo os custos variáveis só aparecem quando a atividade ou a produção é executada. Já para Nascimento (2001), custo variável é qualquer variação de quantidade produzida ou vendida que acompanha essa mesma variação.

3.9.5 Custo operacional

A estrutura do custo operacional foge do conceito clássico de custos fixos e variáveis. Segundo Matsunaga *et al.*, (1976), o custo operacional é representado apenas pelas despesas definitivas desembolsadas pelo agricultor. Tem se ainda uma parcela dos custos fixos, que equivale à depreciação dos bens utilizados no processo produtivo e ao custo estimado da mão de obra familiar.

O custo operacional é composto pelos custos de todos os recursos da atividade produtiva que exigem desembolso monetário para sua recomposição. Este tipo de custo se difere do custo total, somente pelo fato de não contemplar a renda dos fatores fixos sobre a terra, sendo o mesmo, um conceito de maior aplicação em estudos e análises com horizontes de médio prazo (FURNALETO *et al.*, 2007; MELLO *et al.*, 2000; MESTIERI; MUÇOUÇAH, 2009).

O custo operacional é constituído pelo custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e o custo total de produção (CTP). O COE é representado pelo conjunto das despesas efetivas desembolsadas pelo produtor (operações manuais, despesas com operações mecanizadas, material consumido e outras despesas), já o COT é o COE mais o consumo dos meios de produção, depreciações e juros de custeio e por último o CTP que é composto do COT mais a remuneração da terra e do capital fixo (SILVA; TARSITANO; CORRÊA, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido durante os meses de setembro e outubro de 2018 na área experimental do setor de Olericultura, na Fazenda Varginha, Km 05 da estrada Bambuí/Medeiros, pertencente ao Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG *Campus* Bambuí, localizado no município de Bambuí, na região Centro-Oeste do estado de Minas Gerais. A localização geográfica da área central do experimento é definida pelas coordenadas 20°02'22,64" de latitude sul, 46°00'19,40" de longitude oeste e altitude média de 690m.

A região em que o experimento foi realizado apresenta alta sazonalidade climática, sendo que as estações de baixas e altas pluviosidades estão bem definidas. A estação seca ocorre entre os meses de abril e outubro, sendo que os meses de junho, julho e agosto são os de menor precipitação pluviométrica. O período de maior índice pluviométrico está entre os meses de agosto a março, sendo os meses de novembro e dezembro os mais chuvosos (OLIVEIRA, 2007).

Com a finalidade de evitar interferência no resultado final do experimento, ocasionadas principalmente por precipitações, o mesmo foi realizado em casa de vegetação com dimensões de 40 metros de comprimento, 10 metros de largura e pé direito de 3 metros de altura, sendo a cobertura feita com filme de polietileno aditivado transparente, com 150µm de espessura. A casa de vegetação é posicionada, em seu comprimento, no sentido Norte/Sul.

4.2 Amostragem de solo

O experimento foi conduzido em solo classificado como Latossolo Vermelho, sendo submetido à amostragem para realização da análise química e física. Para a realização das análises foi coletada uma amostra composta representativa da área experimental, obtida através de quinze amostras simples na camada de 0 a 0,30 m de profundidade com o auxílio de sonda, sendo enviada ao Laboratório de Análises de Solos do IFMG *Campus* Bambuí.

Para a determinação da curva característica de retenção de água no solo da área experimental, não foi necessário fazer coletas de amostras, pois, a instituição já possuía as mesmas, sendo que estas amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm, com o objetivo de obter uma maior precisão nos resultados. Essa curva foi

fundamental para o cálculo da lâmina de água (mm) necessária para elevar o solo a capacidade de campo (Cc), onde o valor utilizado para o mesmo foi a média das três camadas.

4.3 Implantação e condução da cultura

O preparo dos canteiros foi efetuado 15 dias antes do transplântio das mudas, com auxílio de uma encateiradora acoplada a tomada de potência do trator. Foram construídos seis canteiros com as dimensões de 0,30 m de altura, 27,0 m de comprimento e 1,0 m de largura, no qual somente os quatro canteiros centrais foram utilizados para o experimento, sendo os outros considerados bordaduras. No mesmo dia foi coletada uma amostra composta de solo nos quatro canteiros utilizados para realização da análise química e física. Para recomendação da adubação e calagem foi feita a interpretação da análise química do solo, embasando-se no livro 5ª Aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG.

No experimento, foi conduzido apenas um ciclo da cultura utilizando-se mudas da cultivar Vanda, cuja as folhas são crespas, soltas, consistentes, não formando cabeça repolhuda. A escolha dessa cultivar se deu pelo fato da mesma possuir um ciclo precoce, além de alto nível de resistência ao vírus do mosaico (LMV-II), bem como alta rusticidade. As mudas foram compradas de uma empresa idônea da região, sendo todas padronizadas e semeadas no mesmo dia. O transplântio foi realizado manualmente no dia 22 de setembro de 2018, quando as mudas estavam com 25 dias após a semeadura (DAS), apresentando em média 5 folhas definitivas.

As mudas foram transplantadas no espaçamento de 25 cm entre linhas e 30 cm entre plantas, utilizando um gabarito com o espaçamento entre linhas e plantas previamente definido, obtendo uma melhor precisão e distribuição das mesmas no canteiro. Durante a execução do experimento, as plantas invasoras, que por ventura ocorriam, eram eliminadas por meio de capinas manuais, sendo que as maiores incidências das mesmas foram até a 3 semana após o transplântio. O controle fitossanitário foi realizado através de inspeções periódicas na área experimental, não sendo detectada a presença de pragas e doenças durante o período de realização do experimento.

4.4 Delineamento experimental

O Delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com 4 repetições e 5 tratamentos, totalizando 20 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi representada por uma parcela do canteiro com dimensões de 1,0 m de largura por 2,5 m de

comprimento, ocupando uma área de 2,5 m², com três linhas de alface, contendo um total 30 plantas por unidade experimental no espaçamento de 25 cm x 30 cm, conforme esquema ilustrativo nas Figuras 1 e 2.

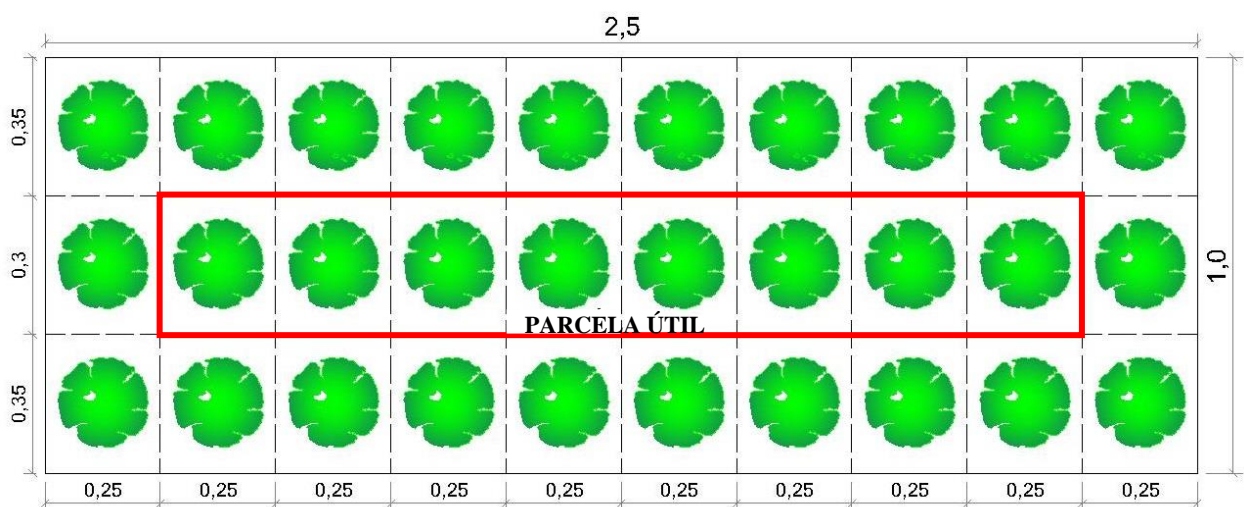
Como parcela útil, foram utilizadas as plantas das linhas centrais, sendo descartadas nestas linhas uma planta no início e uma no final, restando oito plantas por parcela útil (Figura 2). Os tratamentos foram caracterizados pelas lâminas de irrigação, denominadas T1, T2, T3, T4, T5, correspondendo, respectivamente a 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da evapotranspiração da cultura (ETc).

Figura 1 - Croqui da área experimental (medidas em metros). IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

Figura 2 - Disposição das plantas dentro da unidade experimental (medidas em metros). IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

4.5 Condução do manejo da irrigação

Para o início da aplicação das diferentes lâminas de irrigação de acordo com a ETc, foi necessário elevar o solo a sua capacidade de campo, por meio da diferença entre a capacidade máxima de armazenamento de água e as variáveis obtidas no teste de umidade. O teste de umidade foi realizado através de três amostras coletadas aleatoriamente nas camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm de profundidade, respectivamente, com o auxílio do trado Uhland, sendo as amostras posteriormente levadas ao laboratório de solos do IFMG *Campus* Bambuí e pesadas em balança analítica, para determinação da massa úmida (m). Logo após a pesagem as mesmas foram acondicionadas em saco de papel kraft devidamente identificadas e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçada por 48 horas na temperatura de 105°C, com a finalidade de obter-se a massa seca (ms) das amostras.

Ao término do período de secagem foi aferido o peso da massa seca para o cálculo da massa de água (ma), sendo a mesma obtida através da subtração entre a massa úmida e a massa seca. Com os dados obtidos no teste de umidade, foi calculado o percentual da umidade do solo (U_{atual}), por meio da diferença entre a média da amostra úmida e a média da amostra seca dividido pela média da amostra seca, multiplicado por 100 para obtenção em porcentagem. Após a determinação destas variáveis foi obtido a lâmina de água (mm) para que o solo atingisse a capacidade de campo na profundidade efetiva do sistema radicular da cultura da alface, por meio da seguinte equação:

$$CTA = (U_{CC} - U_{\text{atual}}) \times \rho \times L \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

- **CTA:** Capacidade Total de Armazenamento de água (mm);
- **Ucc:** Umidade do solo na capacidade de campo;
- **Uatual:** Umidade atual do solo;
- **ρ :** Densidade aparente do solo (g.cm^{-3}); e
- **L:** Profundidade efetiva do sistema radicular (mm).

Para o teste de umidade, as amostras foram coletadas quatro dias antes do transplântio das mudas, de modo, que no dia do transplântio o solo da área experimental já estivesse na

capacidade de campo. A irrigação para voltar o solo a capacidade de campo, foi realizada um dia antes do transplantio na parte da tarde, com o auxílio de um conjunto de irrigação por aspersão convencional, sendo aplicado a lâmina de água necessária de forma homogênea.

Após o transplantio das mudas para o interior da casa de vegetação, deu-se início à aplicação das diferentes lâminas de irrigação de acordo com a ET_c . As lâminas de irrigação foram obtidas por meio de balanço hídrico da água no solo pela equação de Hargreaves (Equação 2), a qual determina a ET_0 . Para o cálculo da evapotranspiração da cultura multiplicou-se a ET_0 pelo K_c que foi obtido por meio da literatura (Tabelas 1 e 2). A escolha deste método é devido a sua simplicidade e a potencialidade para calibração de seus parâmetros, pois necessita apenas da temperatura mínima, máxima e média do dia além da medida da radiação solar no topo da atmosfera (R_a). A lâmina de irrigação foi calculada diariamente de acordo com cada tratamento, sendo aplicada sob cada parcela de forma homogênea, uma vez por dia na parte da manhã, com o auxílio de regador e copo graduado.

$$ET_0 = 0,0023 \times R_a \times \sqrt{(T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})} \times (T_{\text{méd}} + 17,8) \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

- **ET₀**: Evapotranspiração de referência (mm.dia^{-1});
- **T_{méd}**: Temperatura média ($^{\circ}\text{C}$);
- **T_{máx}**: Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$);
- **T_{mín}**: Temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$); e
- **R_a**: Radiação solar no topo da atmosfera (mm.dia^{-1}).

TABELA 1 - Valores do K_c conforme o estágio de desenvolvimento das plantas

HORTALIÇA	ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO			
	INICIAL (I)*	VEGETATIVO (II)	REPRODUTIVO (III)	MATURAÇÃO (IV)
Alface	0,70	0,85	1,00	0,45

*Para regas diárias considerar K_c entre 0,90 e 1,00, sendo o maior para solos argilosos.

Fonte: Marouelli *et al.*, (2001) adaptado de Allen *et al.*, (1998).

TABELA 2 - Faixas de duração total do ciclo (em dias) e duração de cada uma das 4 fases (em percentagem do total) da cultura da alface, segundo dados obtidos e adaptados de algumas regiões do mundo

HORTALIÇA	Duração Total do Ciclo (dias)	Percentual de Duração de cada fase (I - II - III - IV)
Alface	75 a 150	27 - 37 - 26 - 10

Fonte: Doorenbos e Pruitt (1977).

Os dados climatológicos para composição da equação de Hargreaves foram coletados em distintas fontes. As temperaturas máxima e mínima foram consultadas diariamente pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que tem uma estação automática de coletas de dados instalada dentro das dependências do IFMG *Campus* Bambuí. A R_a , expressa em equivalente de evaporação (mm.dia^{-1}) para diferentes latitudes sul em graus, foi obtida através da Tabela 3, sendo que a R_a de cada mês foi coletada na latitude de 20°S , correspondente a cidade de Bambuí/MG.

TABELA 3 - Radiação solar no topo da atmosfera (R_a), expressa em equivalente de evaporação (mm.dia^{-1}) para a latitudes de 20°S

LAT	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
20°	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4

Fonte: Doorenbos e Pruitt (1977).

4.6 Variáveis analisadas

A colheita foi realizada quando as plantas apresentaram um padrão vegetativo apto a serem comercializadas, que se deu aos 30 DAT. A colheita foi executada no dia 22 de outubro de 2018, sendo colhidos os quatro blocos do experimento e procedendo-se imediatamente às avaliações da parcela útil.

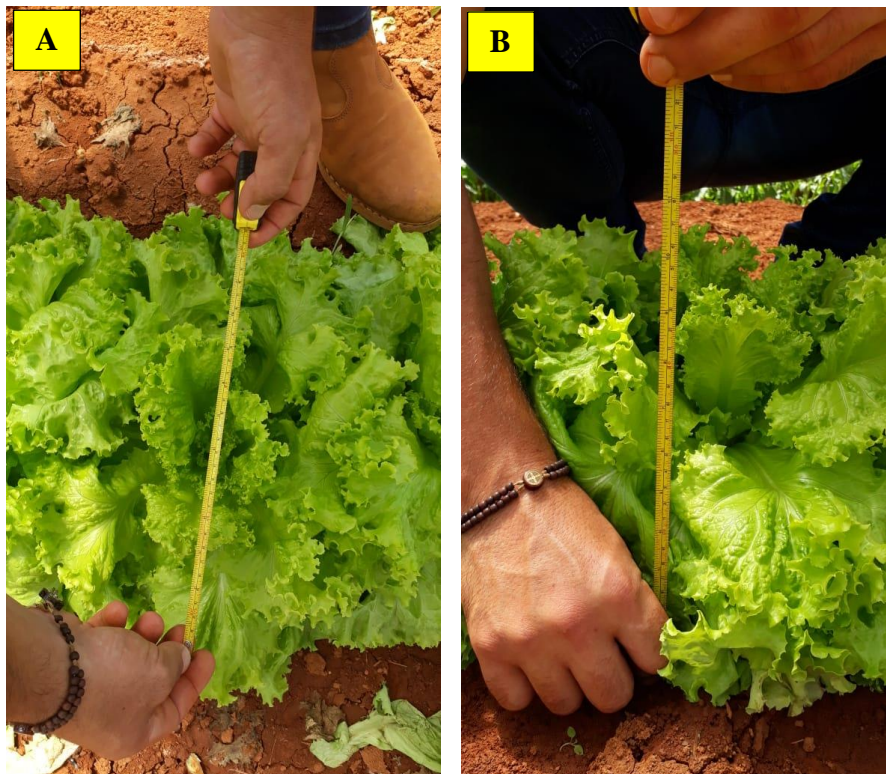
Buscando-se atender os objetivos propostos, foram realizadas análises de produtividade, crescimento e redução da lâmina de irrigação, utilizando em cada análise a combinação dos conjuntos de dados de acordo com a necessidade de resposta do fenômeno a ser investigado. Para o estudo das análises foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro da cabeça, massa fresca da parte aérea, número de folhas, matéria seca da parte aérea, altura da parte aérea,

produtividade, eficiência no uso da água e os custos de produção. Todas as variáveis analisadas foram com relação as oito plantas que representavam a parcela útil, exceto para a matéria seca da parte aérea, que foram realizadas com 4 plantas da parcela útil, isso foi necessário pela ausência de espaço físico nas estufas dos laboratórios do IFMG *Campus* Bambuí.

4.6.1 *Altura e diâmetro da parte aérea*

A altura e o diâmetro da parte aérea (Figura 3) foram aferidos no campo utilizando uma trena. Para determinação da altura considerou-se a distância do colo à extremidade superior da planta e para a determinação do diâmetro considerou-se a distância perpendicular de uma extremidade a outra da planta com relação ao sentido do canteiro.

Figura 3 - Aferição do diâmetro (A) e da altura da parte aérea (B). IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

4.6.2 *Massa fresca da parte aérea*

A massa fresca da parte aérea foi obtida após a separação da parte aérea do sistema radicular e a retirada das folhas externas que apresentavam coloração amarelada e/ou sintomas de queimadura em suas bordas, pois, as mesmas não são utilizadas para o consumo. Efetuado

esse procedimento, a parte aérea foi pesada em balança digital graduada em 0,001 g (Figura 4), sendo os resultados expressos em gramas.

Figura 4 - Pesagem da massa fresca da parte aérea. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

4.6.3 Produtividade

A partir das dimensões das unidades experimentais e do espaçamento entre plantas, estimou-se a população de plantas por hectare, sendo que posteriormente, a partir das médias do peso da parte aérea obtidos da parcela útil, foi calculada a produtividade, com os resultados expressos em $t.ha^{-1}$.

4.6.4 Eficiência no uso da água (EUA)

A partir dos valores de produtividade ($Kg.ha^{-1}$) e as respectivas quantidades de água consumidas (mm) em cada tratamento durante o cultivo, foi determinada a EUA (equação 3), sendo os resultados expressos em $Kg.ha^{-1}.mm^{-1}$.

$$EUA = \frac{Y_c}{ET_c} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

- **EUA:** Eficiência no uso da água ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$);
- **Yc:** Total de biomassa produzido ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); e
- **ETc:** Evapotranspiração da cultura acumulada ou consumo hídrico da cultura (mm).

4.6.5 Números de folhas

Logo após a pesagem da massa fresca da parte aérea, as folhas das plantas foram separadas (Figura 5), procedendo posteriormente a contagem do número de folhas por planta. Sendo levadas em consideração e contadas somente as folhas que apresentaram comprimento maior ou igual a 3 cm.

Figura 5 - Separação das folhas das plantas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

4.6.6 Matéria seca da parte aérea

Para determinação desta variável, os materiais foram colocados em sacos de papel kraft devidamente identificados e levados a estufa de circulação de ar forçada à uma temperatura de 60°C , até atingir peso constante, sendo posteriormente pesados em balança digital graduada em 0,001 g (Figura 6).

Figura 6 - Pesagem da matéria seca da parte aérea. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

4.6.7 Custo de produção

A obtenção dos dados necessários para o cálculo do custo de produção de cada tratamento foi realizada através de pesquisa participante e pesquisas bibliográficas. A pesquisa participante caracteriza-se pela interação entre os pesquisadores e a situação investigada, porém não é exigida uma ação por parte das pessoas ou grupos especificados na pesquisa (SILVA; GRIGOLO, 2002), enquanto a pesquisa bibliográfica tem por finalidade colocar o pesquisador em contato com o que já foi falado ou escrito sobre algum tema. Dessa forma, compreende a utilização de livros, publicações, boletins, jornais, revistas, pesquisas, monografias, teses, dissertações, além de artigos disponibilizados em sites da internet (LAKATOS; MARCONI, 2001).

Os dados coletados para determinação dos custos de produção, foram com base nos custos diretamente ligados ao cultivo da alface, como insumos, tratamentos culturais, operações agrícolas, colheita e pós-colheita, desprezando-se os custos indiretos, uma vez, que para a determinação dos mesmos, é necessário fazer o uso de rateios entre as várias atividades que a propriedade desenvolve ou de estimativas. O levantamento dos dados foi de acordo com a

quantidade utilizada por cada tratamento e o preço médio praticado na região no período de realização do projeto.

As atividades desenvolvidas em cada tratamento e os dados coletados por meio das pesquisas bibliográficas e participantes, foram organizados em planilhas com o uso do programa computacional *Microsoft Excel*, de acordo com a operação realizada, a descrição do produto, quantidade do produto, preço por unidade, sendo posteriormente realizado as devidas análises e cálculos para a determinação do custo de produção.

Os custos de produção de cada tratamento foram estimados a partir da classificação dos custos fixos e custos variáveis, bem como dos custos operacionais e de oportunidade. Para o cálculo dos custos foram determinadas as seguintes equações: custo alternativo (equação 4), depreciação (equação 5), custo operacional total (equação 6) e custo total (equação 7). Na estimativa dos custos de produção deste experimento, foram utilizados valores aproximados em reais, considerando os valores dos custos diretos variáveis e fixos, com base nas seguintes características: casa de vegetação de 382 m² com área útil de cultivo de 300 m² cultivada com alface irrigada por meio de gotejamento, sendo a capacidade da mesma de 4000 pés, com índice médio de perdas de 5% e período de 30 dias (um ciclo da cultura).

$$CA = \frac{V. \text{ atual}}{\text{Taxa de juros}} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

- **CA:** Custo alternativo ou de oportunidade (R\$/ano);
- **V. atual:** Valor atual (R\$); e
- **Taxa de juros:** a taxa de juros utilizada como parâmetro de comparação do rendimento do capital investido foi a da caderneta de poupança (6% a.a.).

$$D = \frac{V. \text{ atual}}{V. \text{ útil}} \quad \text{Equação 5}$$

Em que:

- **D:** Depreciação (R\$/ano);
- **V. atual:** Valor atual (R\$); e
- **V. útil:** Vida útil (anos).

$$\text{CopT} = \text{CopFT} + \text{CopVT} \quad \text{Equação 6}$$

Em que:

- **CopT**: Custo operacional total (R\$);
- **CopFT**: Custo operacional fixo total (R\$); e
- **CopVT**: Custo operacional variável total (R\$).

$$\text{CT} = \text{CFT} + \text{CVT} \quad \text{Equação 7}$$

Em que:

- **CT**: Custo total (R\$);
- **CFT**: Custo fixo total (R\$); e
- **CVT**: Custo variável total (R\$).

A lucratividade de cada tratamento, foi obtida através da diferença do custo de produção total do mesmo e a receita obtida. Para a determinação da rentabilidade, calculou-se a receita bruta (equação 8) e as receitas líquidas (equação 9A - rentabilidade da atividade) e (equação 9B - rentabilidade quando se compara com outra alternativa de investimento), levando em consideração a produtividade de cada tratamento e a média dos valores de venda do produto na região.

$$\text{RB} = \text{P} \times \text{Q} \quad \text{Equação 8}$$

Em que:

- **RB**: Receita bruta (R\$);
- **P**: Preço do produto (R\$/Kg); e
- **Q**: Quantidade produzida (Kg).

$$\text{RL} = \text{RB} - \text{CopT} \quad \text{Equação 9A}$$

Em que:

- **RL:** Receita líquida (R\$);
- **RB:** Receita bruta (R\$); e
- **CopT:** Custo operacional total (R\$);

$$RL = RB - CT$$

Equação 9B

Em que:

- **RL:** Receita líquida (R\$);
- **RB:** Receita bruta (R\$); e
- **CT:** Custo total (R\$);

4.7 Análise Estatística

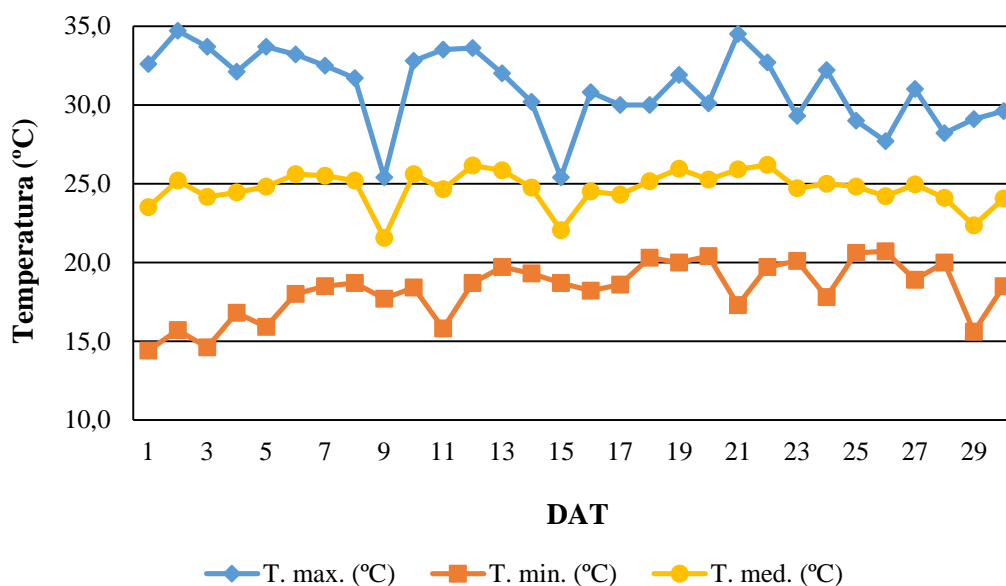
Com base no delineamento adotado, os dados foram submetidos à análise de variância com a realização do teste F e a análise de regressão ao nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional “Sisvar”, desenvolvido por Ferreira (2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Condições climáticas

Como constato por Blind (2012) em seu estudo, o potencial genético de cada cultivar de alface é influenciado diretamente pelas condições climáticas da região de cultivo, principalmente pela temperatura do ar e fotoperíodo, sendo que as condições climáticas extremamente adversas prejudicam o desenvolvimento, crescimento e conseqüentemente a produtividade da alface. Deste modo, para a caracterização das condições climáticas durante a condução do experimento foi confeccionado um gráfico com os dados relativos à temperatura máxima, mínima e média do ar. Os valores observados durante o período de execução do experimento estão representados na Figura 7.

Figura 7 - Temperaturas diárias máximas (T. max.), médias (T. med.) e mínimas (T. min.) do ar durante a execução do experimento. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

No período de condução do experimento, a temperatura média do ar foi de 24,7°C, apresentando temperatura máxima variando de 25,4°C a 34,7°C e temperatura mínima variando de 14,4°C a 20,7°C. De acordo com Sanders (2001) e Sedyama *et al.*, (2007), as faixas de temperatura que o experimento foi submetido, são desfavoráveis ao cultivo da alface, uma vez que a temperatura ótima para a produção está entre 7°C a 24°C, podendo a mesma tolerar faixas de aproximadamente 29°C por alguns dias. Portanto as plantas deste experimento tiveram seu

crescimento e desenvolvimento prejudicado pelas elevadas temperaturas, ocasionando uma queda no peso da matéria fresca da parte aérea, uma vez, que essa temperatura acelerou o pendoamento da cultura.

5.2 Recomendação de calagem e adubação

Nas tabelas 4 e 5 estão apresentados os resultados da análise química e física do solo da área experimental, respectivamente.

TABELA 4 - Análise química da área experimental. IFMG, Bambuí/MG, 2018

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	P(rem)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S
		.. mg/dm ³
0 - 30	6,4	235,8	355,0	13,0	1,4	0,0	1,5	14,2	0,4	6,2	19,0	106,4	9,3	445,4

Fonte: Autor (2018).

TABELA 5 - Análise física da área experimental. IFMG, Bambuí/MG, 2018

Prof. (cm)	Areia	Argila	Silte
.....
0 - 30	3,6	42,7	53,7

Fonte: Autor (2018).

De acordo com a interpretação da análise química não foi necessário fazer a correção do solo, pois, o pH e a saturação por bases encontravam-se na faixa ideal para o cultivo desta hortaliça, que segundo Filgueira (2008) e Souza *et al.*, (2005), a faixa ideal de pH está localizada entre 6,0 a 6,8 e a saturação por base ideal é aproximadamente 70%.

A recomendação da adubação foi realizada de acordo com o 5ª Aproximação, aplicando-se 150 kg.ha⁻¹ de N e 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, sendo que o N foi aplicado parcelado em 3 vezes (transplântio e duas coberturas) e o P₂O₅ foi aplicado todo no transplântio. Para a adubação de transplântio utilizou-se a Ureia com fonte de N e o MAP como fonte de N e P₂O₅, aplicados na quantidade de 47 kg.ha⁻¹ e 100 kg.ha⁻¹ respectivamente, sendo os mesmos misturados de forma

homogênea e aplicados em área total antes do transplântio e incorporado com auxílio de enxadas.

Na adubação de cobertura foi realizado apenas a aplicação de nitrogênio, não efetuando a aplicação dos demais nutrientes, visto que, os níveis dos mesmos eram excelentes. Foram realizadas duas aplicações em cobertura, a primeira aos 10 DAT e a segunda aos 20 DAT utilizando a Ureia. Em cada adubação aplicou-se a quantidade de $1,25 \text{ g.planta}^{-1}$, totalizando 60 kg.ha^{-1} de N por aplicação.

5.3 Obtenção dos dados para aplicação da lâmina de irrigação

O ponto de partida para condução do experimento, foi a determinação da lâmina de água (mm) necessária para elevar o solo da área experimental a CC. A determinação da umidade na CC foi realizada com base na curva de retenção de água do solo e o teste de umidade. Nas Tabelas 6 e 7 estão apresentados os valores da curva de retenção de água do solo e do teste de umidade, respectivamente.

TABELA 6 - Valores da curva característica de retenção de água no solo da área experimental. IFMG, Bambuí/MG, 2018

Protocolo	Referência do Cliente (cm)	Curva de Retenção (atm)	
		15 atm	0,33 atm
		Upmp (%)	Ucc (%)
2808	0 - 10	26,97	39,47
2809	10 - 20	24,74	35,79
2810	20 - 30	25,25	35,22
MÉDIA		25,65	36,83

Fonte: Autor (2018).

TABELA 7 - Valores do teste de umidade no solo da área experimental. IFMG, Bambuí/MG, 2018

Amostra	Massa úmida (g)	Massa seca (g)	Massa de água (g)	Umidade do solo (%)
0 - 10	500,00	380,00	120,00	31,58
10 - 20	490,00	385,00	105,00	27,27
20 - 30	465,00	365,00	100,00	27,40
MÉDIA	485,00	376,67	108,33	28,75

Fonte: Autor (2018).

De posse dos dados referentes ao teste de umidade, foi possível determinar a densidade aparente do solo (ρ), uma vez, que a mesma é um importante parâmetro utilizado na fórmula de determinação da lâmina de água total (CTA), sendo obtida através da divisão da média da ms pelo volume específico do trato Umland, sendo o quociente, o valor da densidade aparente expresso em g.cm^{-3} . Além disso, através dos valores do teste de umidade foi possível fazer um diagnóstico das condições do solo da área experimental. Neste diagnóstico foi observado que o solo da casa de vegetação estava entrando numa situação crítica, próximo ao ponto de murcha permanente.

- **Área (A) e Volume do trato Umland (V)**

$$A = (3,1415 \times D^2) / 4$$

$$V = A \times h$$

$$A = (3,1415 \times 7^2) / 4$$

$$V = 38,48 \times 7$$

$$\boxed{A = 38,48 \text{ cm}^2}$$

$$\boxed{V = 269,36 \text{ cm}^3}$$

- **Densidade aparente do solo (ρ)**

$$\rho = ms / v$$

$$\rho = 376,67 / 269,36$$

$$\boxed{\rho = 1,40 \text{ g.cm}^{-3}}$$

Após determinado a densidade aparente do solo, procedeu-se com os cálculos para a determinação da lâmina de água total, através da fórmula da capacidade total de armazenamento de água no solo (CTA). Esta fórmula leva em consideração a densidade do solo, a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, a umidade do solo na CC e no ponto de murcha permanente (pmp), sendo que para o cálculo da lâmina total com base no teste de umidade, é necessário substituir a umidade no pmp pela umidade atual do solo.

A profundidade efetiva do sistema radicular é considerada como aquela onde estão localizados 80% do sistema radicular da cultura, ou seja, a profundidade em que interessa controlar a umidade (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009). Segundo Marouelli *et al.*, (2008), a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura da alface nas diferentes fases de desenvolvimento é de 20 a 30 cm. Para o cálculo da CTA utilizou-se a profundidade

de 30 cm, o que equivale a 300 mm e os valores médios de U_{cc} e U_{atual} para a camada 0 a 30 cm.

- **Capacidade total de armazenamento de água no solo (CTA)**

$$CTA = (U_{CC} - U_{atual}) \times \rho \times L$$

$$CTA = (0,3683 - 0,2875) \times 1,4 \times 300$$

CTA = 33,94 mm

A lâmina de água necessária para voltar o solo a CC na profundidade de 30 cm encontrado pela fórmula da CTA foi de 33,94 mm, ou seja, 33,94 litros de água por m^2 , sendo que a mesma foi aplicada com auxílio de um sistema de irrigação por aspersão convencional na tarde anterior ao transplântio das mudas.

5.4 Avaliação da massa fresca da parte aérea

Na tabela 8 foi apresentado o resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica massa fresca da parte aérea (MFPA). Conforme pode ser observado, os tratamentos utilizados apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. Deste modo, as lâminas de irrigação utilizadas no experimento exerceram influência na MFPA, de acordo com a análise de variância.

TABELA 8 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica MFPA, em função das lâminas de irrigação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

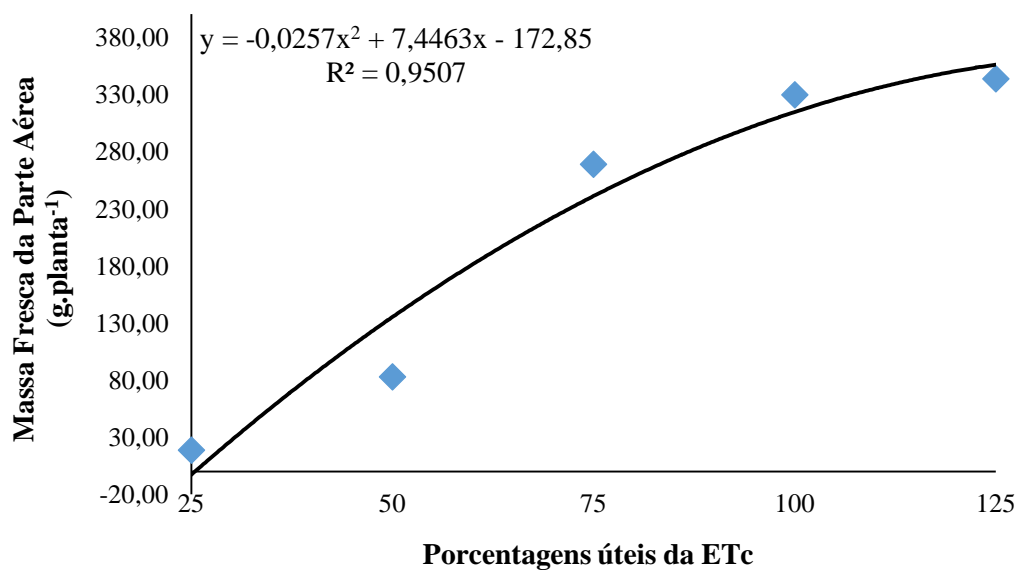
F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO
		MFPA ($g.planta^{-1}$)
Tratamento	4	88.319,72*
Repetições	3	4.675,34
Erro	12	1.044,67
CV (%)	--	15,49
Média Geral	--	208,66

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autor (2018).

De acordo com os dados da regressão apresentados na Figura 8, pode-se observar que a MFPA, foi bastante influenciada pelas lâminas de irrigação repostas ao solo, sendo que os resultados da análise de variância demonstraram que esta característica pode ser explicada por uma regressão quadrática, com nível de significância de 1% probabilidade, tendo o coeficiente de determinação (R²) igual a 0,9507. Esse efeito quadrático indica que houve um acréscimo na MFPA, à medida que se aumentaram as lâminas de irrigação, até a lâmina de 125% da ETc.

Figura 8 - Valores médios observados e estimados da MFPA, em função das lâminas de irrigação aplicadas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

No entanto é importante ressaltar, que os maiores incrementos na MFPA foram obtidos aplicando-se a lâmina de irrigação correspondente a 75% da ETc, sendo que a partir desta lâmina houve incremento na MFPA, mas, os mesmos foram de pequenas magnitudes. Possivelmente este fato foi causado devido ao excesso de umidade em torno do sistema radicular da planta, dificultando o arejamento, provocando assim, anomalias de origem fisiológicas, bem como a lixiviação de nutrientes. Desta forma, onera a cultura, representando uma fonte de desperdício de água e energia, além de não trazer nenhum benéfico para a cultura (FILGUEIRA, 2008).

Por outro lado, os menores pesos da MFPA obtidas nos tratamentos com menor lâmina de irrigação, podem ser justificados por meio da análise das relações hídricas nas plantas. Segundo Paiva *et al.*, (2005), a diminuição de água no solo, causa a diminuição do potencial de

água nas folhas e de sua condutância estomática, ocasionando o fechamento dos estômatos. Deste modo ocorre o bloqueio do fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, ocasionando um mal desenvolvimento e crescimento da planta, deixando a mesma com uma massa fresca da parte aérea diminuta.

Resende *et al.*, (2008), trabalhando com diversos grupos de alface, ao avaliarem o desenvolvimento e produtividade, encontraram valor máximo de MFPA na ordem de 315,13 g.planta⁻¹ para a cultivar Veneza Roxa, sendo inferiores as maiores médias obtidas nos tratamentos 4 e 5 deste estudo em função da lâmina de irrigação. Kano *et al.*, (2012), ao avaliarem a MFPA também encontraram resultado inferior ao constatado neste estudo, sendo que os mesmos obtiveram o valor máximo de 148,4 g.planta⁻¹. Villas Boas *et al.*, (2007), trabalhando com alface crespa, obtiveram o valor máximo de 296,43 g.planta⁻¹ para a MFPA referente a lâmina de irrigação de 118,8%, sendo o mesmo inferior ao constatado neste estudo, para a lâmina de irrigação na mesma proporção.

Os resultados desta variável possui certa semelhança com os resultados encontrados por Andrade Júnior e Klar (1997), que estudando o efeito de quatro lâminas de irrigação (0,25; 0,50; 0,75; e 1,00) na cultura da alface variedade Mesa 659, baseadas na evapotranspiração do tanque classe A (ECA), obtiveram valor máximo para a massa fresca por planta de 818,7 g, corresponde a lâmina de irrigação de 75% da ECA, sendo que foi utilizado uma cultivar do tipo americana com a irrigação efetuada por meio de gotejamento. Estes dados possuem certa semelhança, pois, neste trabalho o maior incremento na MFPA foi possível até a lâmina de 75% da ETc, sendo que após esta, os incrementos na MFPA foram decrescendo.

Resultados equivalentes também foram encontrados por Andrade Júnior, Duarte e Ribeiro (1992), avaliando o efeito de quatro lâminas de irrigação na cultura da alface, com base na evaporação do tanque classe A, sendo os tratamentos 0,5; 0,75; 1,0 e 1,25 da ECA, aplicados por meio de microaspersores, tendo obtido o valor máximo para massa fresca da cabeça comercial de 184 g.planta⁻¹, com a lâmina de irrigação de 75% da ECA. No estudo acima a regressão apresentou comportamento quadrática para a variável analisada, corroborando com este trabalho.

Os resultados observados neste trabalho são similares aos encontrados por Lima (2007), que ao analisar o desempenho da cultivar de alface Regina no sistema de produção orgânica, encontrou uma resposta quadrática para a massa fresca total, testando o efeito de cinco lâminas de irrigação (0,25; 0,50; 0,80; 1,00 e 1,15), baseada na ECA, aplicadas por meio da aspersão convencional. Hamada (1993), trabalhando com alface tipo lisa, irrigada por meio de

gotejamento, observou-se comportamento quadrático para a MFPA, testando o efeito de quatro lâminas de irrigação, o que também foi encontrado neste estudo. As lâminas de irrigação testadas por esse autor, foram 60%, 80%, 100% e 120 % da evaporação diária, obtida do tanque Classe A, com o maior valor de massa fresca total de 224 g.planta⁻¹, correspondendo a evaporação de 120% do ECA, corroborando com os dados encontrados neste estudo, onde o tratamento com a maior porcentagem da lâmina de irrigação, obteve a maior média da MFPA.

5.5 Avaliação da altura de parte aérea

Na tabela 9 foi apresentado o resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica altura de parte aérea (AP). Conforme pode ser observado, os tratamentos utilizados apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. Deste modo, as lâminas de irrigação utilizadas no experimento exerceram influência na AP, de acordo com a análise de variância.

TABELA 9 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica AP, em função das lâminas de irrigação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO
		AP (cm.planta ⁻¹)
Tratamento	4	160,27*
Repetições	3	99,82
Erro	12	5,96
CV (%)	--	11,54
Média Geral	--	21,16

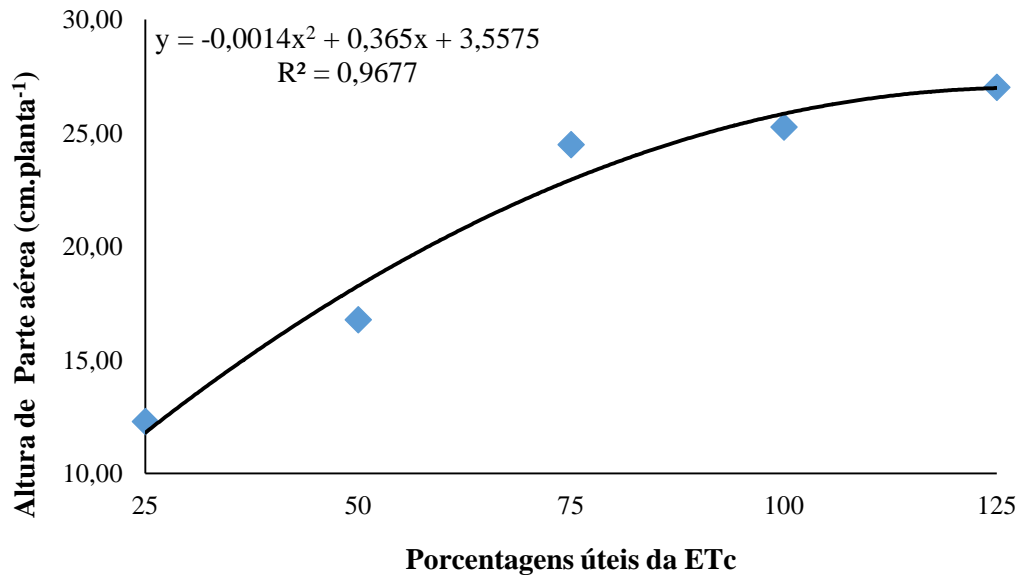
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autor (2018).

De acordo com os dados da regressão apresentados na Figura 9, pode-se observar que a AP, foi influenciada pelas lâminas de irrigação repostas ao solo, sendo que os resultados da análise de variância demonstraram que esta característica pode ser explicada por uma regressão quadrática, com o nível de significância de 5% probabilidade. Esse efeito quadrático da aplicação de diferentes lâminas de irrigação, indicou um acréscimo na AP de alface, à medida que se aumentaram as quantidades de água aplicadas, até a lâmina máxima de 125% da ETC. Essa lâmina proporcionou a maior AP, sendo o valor médio alcançado de 27,01 cm.planta⁻¹, em

que 96,77% das variações ocorridas nesta variável em função dos tratamentos, são explicadas pela regressão quadrática.

Figura 9 - Valores médios observados e estimados da AP, em função das lâminas de irrigação aplicadas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

De acordo com a Figura 9, as menores médias de AP foram representadas pelos tratamentos com lâminas de irrigação de 25% e 50% da ETc. Esse fato pode ser explicado por Santos (2002), que conclui que o transporte e a absorção de íons estão relacionados diretamente ao teor de umidade no solo, influenciando na produção e acúmulo de fotoassimilados. Portanto, solos com déficit de água, causam redução da absorção de nutrientes, uma vez que o principal meio de transporte de nutrientes para as plantas, é extremamente dependente da água presente no solo, ocasionando o menor desenvolvimento da cultura e conseqüentemente menor altura da parte aérea. Por outro lado, o excesso de água no solo causa a diminuição dos espaços porosos do solo, prejudicando também o desenvolvimento da cultura e altura de parte aérea.

Silva (2005), avaliando o efeito de quatro lâminas de irrigação (35%, 70%, 100% e 135%) de acordo com evaporação diária de um minitanque na cultura da alface americana, irrigada por gotejamento, obteve comportamento semelhante ao dessa variável, sendo que a regressão que se enquadrou no trabalho deste autor foi a quadrática. No entanto o maior valor de AP foi de 22,51 cm.planta⁻¹, alcançado com uma lâmina de reposição de 99,15%, sendo

diferente dos resultados deste trabalho, que obteve um valor de altura de planta superior a este numa lâmina de irrigação também superior.

Resultado diferente foi encontrado por Santos e Pereira (2004), testando diferentes tensões de água no solo (15, 30, 45, 60, 75 e 90 kPa), na cultura da alface americana sob ambiente protegido. Os autores observaram um comportamento linear da AP em função das tensões de água no solo, indicando que para as plantas de alface atingirem maior altura, a tensão de água deve estar o mais próximo da capacidade de campo do solo.

5.6 Avaliação do diâmetro da cabeça

Na tabela 10 foi apresentado o resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica diâmetro da cabeça (DC). Conforme pode ser observado, os tratamentos utilizados apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. Deste modo, as lâminas de irrigação utilizadas no experimento exerceram influência no DC, de acordo com a análise de variância.

TABELA 10 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica DC, em função das lâminas de irrigação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO
		DC (cm.planta ⁻¹)
Tratamento	4	572,14*
Repetições	3	75,85
Erro	12	10,26
CV (%)	--	9,67
Média Geral	--	33,13

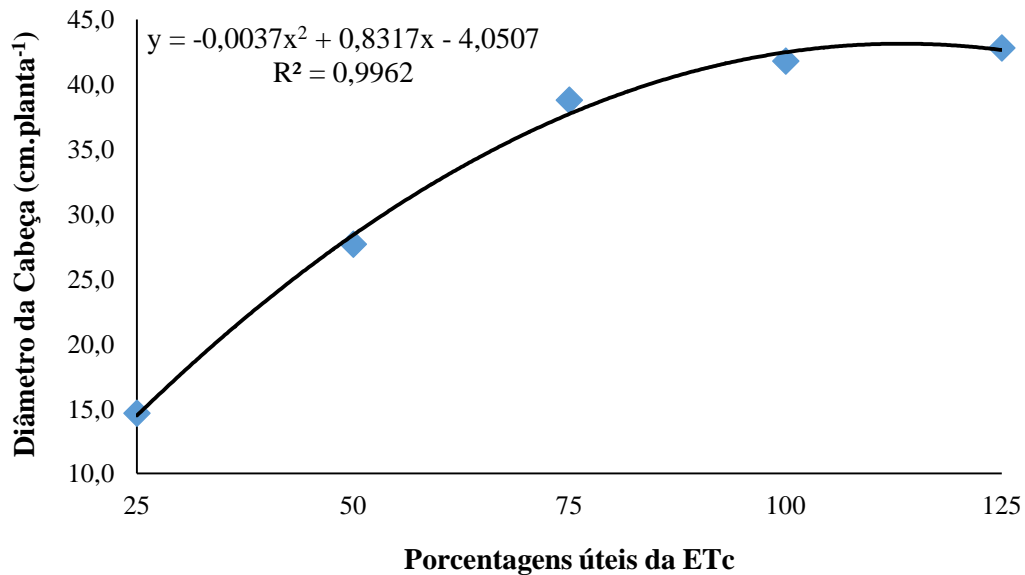
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autor (2018).

De acordo com os resultados da análise de variância, o DC apresentou uma resposta quadrática com nível de significância de 1% probabilidade, em relação às lâminas de irrigação, sendo que 99,62% das variações ocorridas no mesmo em função das lâminas de irrigação são explicadas pela regressão quadrática apresentada na Figura 10. A medida em que se aumentaram as lâminas de irrigação aplicadas, houve um acréscimo no DC, sendo que os maiores incrementos aconteceram até a lâmina de 75% da ETc. Após essa lâmina de irrigação

o DC continuou aumentando, no entanto, os incrementos de um tratamento para o outro foram decrescendo.

Figura 10 - Valores médios observados e estimados do DC, em função das lâminas de irrigação aplicadas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

Considerada uma das principais características da indústria de beneficiamento para obter elevados rendimentos no processamento, o DC serve também como parâmetro de seleção para os consumidores durante a aquisição do produto pelos fornecedores. Portanto quanto maior o DC, maior será a aceitação do produto no mercado (BUENO, 1998).

Silva (2005), obteve resultados semelhantes a este estudo, onde conseguiu o mesmo efeito quadrático para o DC, trabalhando com alface americana em diferentes lâminas de irrigação, cujo o valor máximo médio do DC foi de 44,94 cm.planta⁻¹, atingido com uma porcentagem de 91,66% da lâmina de irrigação. O valor do DC encontrado por este autor foi superior ao encontrado neste estudo, pelo fato de serem grupos de alface diferentes. Já Yuri *et al.*, (2002) encontraram resultados divergentes aos encontrados neste estudo, onde os autores, trabalhando com a cultivar de alface Raider em Santo Antônio do Amparo e Boa Esperança, duas localidades localizadas no do sul de Minas, obteve o valor de DC de 46,6 cm.planta⁻¹ e 49,1 cm.planta⁻¹ para as localidades, respectivamente.

5.7 Avaliação do número de folhas

Na tabela 11 foi apresentado o resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica número de folhas (NF). Conforme pode ser observado, os tratamentos utilizados apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. Deste modo, as lâminas de irrigação utilizadas no experimento exerceram influência no NF, de acordo com a análise de variância.

TABELA 11 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica NF, em função das lâminas de irrigação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO
		NF
Tratamento	4	124,96*
Repetições	3	17,91
Erro	12	1,51
CV (%)	--	7,07
Média Geral	--	17,4

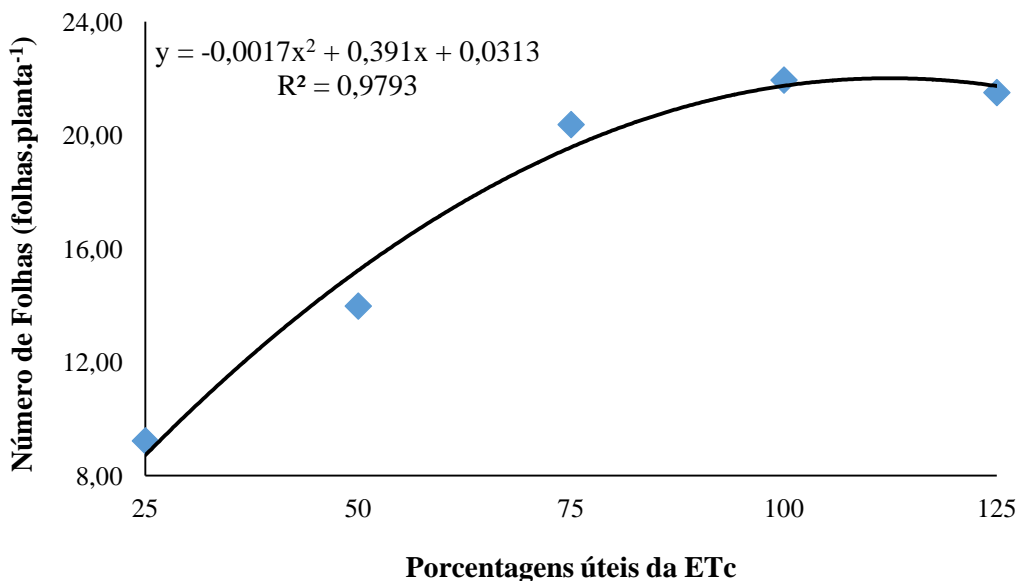
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autor (2018).

De acordo com os dados da regressão apresentados na Figura 11, pode-se observar que o NF, foi influenciado pelas lâminas de irrigação repostas ao solo, sendo que os resultados da análise de variância demonstraram que esta característica pode ser explicada por uma regressão quadrática, com o nível de significância de 1% de probabilidade.

Esse efeito quadrático da aplicação de diferentes lâminas de irrigação, indicou um acréscimo no NF da planta de alface, à medida que se aumentaram as quantidades de água aplicadas, até a lâmina máxima de 100% da ETc. Essa lâmina proporcionou um maior NF, sendo o valor médio alcançado de 21,94 cm.planta⁻¹, em que 97,93% das variações ocorridas nesta variável em função dos tratamentos, são explicadas pela regressão quadrática. A partir da maior lâmina representada por 125% da ETc, ocorreu o decréscimo desta variável, sendo o que o valor médio aferido neste tratamento foi de 21,50 folhas por planta. De acordo com Mota *et al.*, (2001), deve se tomar cuidado com o número de folhas de alface por planta, pois a mesma é uma característica importante, já que aquisição do produto pelo consumidor é feita geralmente por unidade e não por peso.

Figura 11 - Valores médios observados e estimados da NF, em função das lâminas de irrigação aplicadas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Souza (2006), avaliando o efeito de lâminas de irrigação e da fertirrigação nitrogenada no cultivo da alface em ambiente protegido, onde obteve uma resposta quadrática em relação aos níveis de irrigação para o NF. Corroborando com este estudo Villas Boas *et al.*, (2007) observaram um efeito quadrático do NF para a aplicação de diferentes lâminas de irrigação. No entanto os resultados observados por estes autores, foram superiores aos deste trabalho. O mesmo obteve um NF máximo de 23,06 folhas por planta utilizando a lâmina de 118,8% da ECA. Outros autores também obtiveram valores superiores aos encontrados neste estudo para a característica NF (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2005; GOMES *et al.*, 2005; DELVIO SANDRI; MATSURA; TESTEZLAF, 2007). Por outro lado, Maggi *et al.*, (2006) avaliando diferentes potenciais de água no solo (20, 28, 35 e 45kPa), não observaram diferenças significativas no número de folhas para as cultivares lisa e crespa.

Lima (2007), obteve resultados semelhantes a este, analisando em sistema de produção orgânica sem adição de cobertura morta, o desempenho da cultivar de alface Regina, sob a influência de diferentes lâminas de irrigação (0,25; 0,50; 0,80; 1,00 e 1,15), com base na ECA. O autor obteve melhores resultados de NF para os níveis de evaporação de 80% e 100%, sendo que o nível de 100% de reposição da ECA foi superior, apresentando um valor máximo de 46 folhas por planta. Já Santos e Pereira (2004), encontraram o máximo de 22,25 folhas por planta

para a tensão de 15 kPa com uma lâmina de água aplicada de 152,7 mm, quando avaliaram o efeito de diferentes tensões de água no solo, no cultivo de alface americana sob ambiente protegido.

Andriolo, Espindola e Stefanello (2003), estudando o crescimento e desenvolvimento de plantas de alface crespas, cv. Vera, proveniente de mudas com diferentes idades fisiológicas e cultivadas a céu aberto, obtiveram resultados convergentes aos apresentados aqui para o NF, uma vez que o maior NF encontrados por estes autores foi de 21,20 folhas por planta, sendo este valor inferior aos encontrados neste estudo. Echer *et al.*, (2000) obtiveram valores superiores de NF aos apresentados neste experimento, avaliando o efeito do espaçamento no comportamento de cinco cultivares de alface, sendo o valor máximo de NF encontrado de 22,52 folhas por planta. No entanto, devemos destacar que esses experimentos acima foram realizados em condições diferentes, utilizando-se outras cultivares e testando a influência de outros fatores.

5.8 Avaliação da matéria seca da parte aérea

Na tabela 12 foi apresentado o resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica matéria seca da parte aérea (MSPA). Conforme pode ser observado, os tratamentos utilizados apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. Deste modo, as lâminas de irrigação utilizadas no experimento exerceram influência na MSPA, de acordo com a análise de variância.

TABELA 12 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica MSPA, em função das lâminas de irrigação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO
		MSPA (g.planta ⁻¹)
Tratamento	4	79,42*
Repetições	3	9,71
Erro	12	3,35
CV (%)	--	20,82
Média Geral	--	8,79

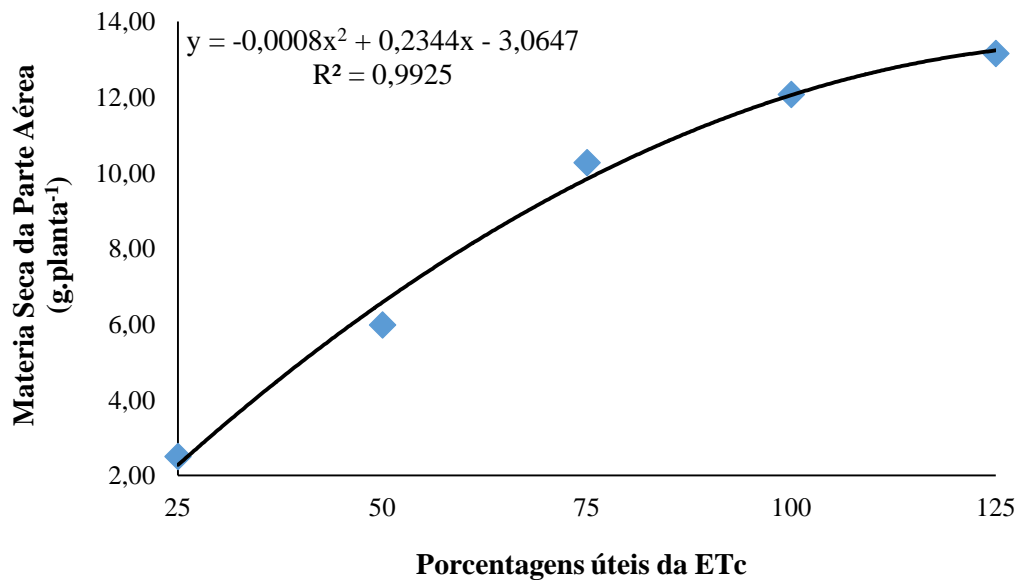
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autor (2018).

Verifica-se pela análise de variância que a MSPA pode ser explicada por uma regressão quadrática, com o nível de significância de 5%, apresentando um coeficiente de determinação

de 0,9925, ou seja, 99,25% das variações ocorridas no peso da MSPA em função das lâminas de irrigação são explicadas pela regressão quadrática, apresentada na Figura 12.

Figura 12 - Valores médios observados e estimados da MSPA, em função das lâminas de irrigação aplicadas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

A resposta quadrática indica um acréscimo na MSPA da planta de alface, à medida que se aumentaram as quantidades de água aplicadas, sendo a lâmina de 125% da ETc a que obteve maior valor para esta característica (13,15 g.planta⁻¹). No entanto, a partir da lâmina de 100% da ETc o incremento entre as lâminas diminuiu, deste modo, se aumentasse ainda mais as lâminas de irrigação provavelmente o peso da MSPA iria decrescer.

Andrade Júnior (1994), explica que esse comportamento é normal, pois plantas submetidas a maior disponibilidade de água, acumulam elevada quantidade de matéria fresca e reduzem a porcentagem de matéria seca, deste modo, elevam o teor de água nos tecidos, diluindo a matéria seca. Este fato só não foi comprovado de maneira mais eficiente neste estudo, pois as lâminas de irrigação não foram tão elevadas a ponto de causar esse comportamento.

Segundo Alvarenga (1999), se uma planta ou parte dela tiver menor teor de matéria seca, essa planta ou parte apresentará mais água em sua constituição, o que pode ser considerado desejável, no caso da alface, porque a deixa mais tenra e com melhor sabor, apesar de causar uma durabilidade pós-colheita menor.

Siqueira *et al.*, (2011), obtiveram valores médios de 2 g.planta⁻¹ para massa seca de folhas utilizando a cultivar Scarlet, sendo inferiores quando comparados aos encontrados neste estudo. Resultados inferiores também foram encontrados por Castro *et al.*, (2012), onde a MSPA ficou na ordem de 8,13 g.planta⁻¹, para a cultivar Lollo Rossa. Já Schumacher *et al.*, (2012), obtiveram resultados superiores a este, trabalhando com cultivar de alface Veneranda, sendo a média obtida para MSPA de 23,33 g.planta⁻¹.

5.9 Avaliação da Produtividade

Na tabela 13 foi apresentado o resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica produtividade (PD). Conforme pode ser observado, os tratamentos utilizados apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. Deste modo, as lâminas de irrigação utilizadas no experimento exerceram influência na PD, de acordo com a análise de variância.

TABELA 13 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a característica PD, em função das lâminas de irrigação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

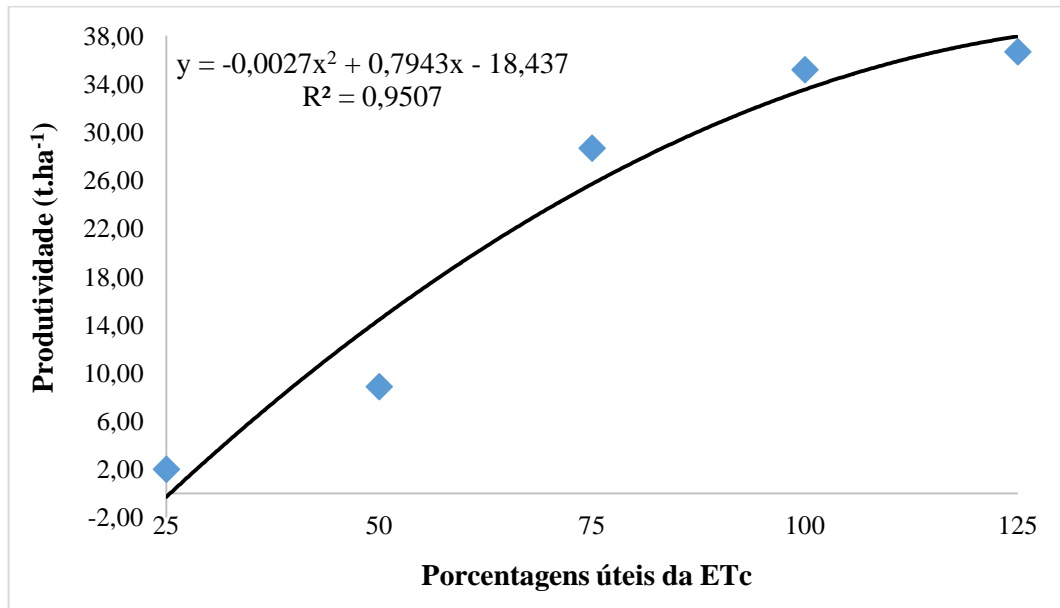
F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO
		PD (t.ha ⁻¹)
Tratamento	4	1004,93*
Repetições	3	53,15
Erro	12	11,89
CV (%)	--	15,49
Média Geral	--	22,26

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autor (2018).

No caso da PD, as variações ocorridas podem ser explicadas pela regressão quadrática, a 1% de probabilidade com coeficiente de determinação igual a 0,9507, conforme exposto na Figura 13. A resposta quadrática aponta que houve um acréscimo na PD, à medida que se aumentaram as lâminas de irrigação, atingindo o máximo valor de 36,64 t.ha⁻¹ com a lâmina de 125% da ETC.

Figura 13 - Valores médios observados e estimados da PD, em função das lâminas de irrigação aplicadas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

As hortaliças apresentam um alto teor de água nos seus tecidos, e segundo Marouelli, Silva e Silva (2017), flutuações no teor de água do solo como o déficit hídrico ou o excesso de água, afetam negativamente o desenvolvimento da planta, ocasionando a diminuição da qualidade e produtividade. Segundo Duarte (2012), Taiz e Zeiger (2009), o déficit hídrico influencia todos os aspectos do desenvolvimento e crescimento das plantas, provocando mudanças fisiológicas, na anatomia e na bioquímica, sendo que os efeitos dependem do grau e duração do déficit. Os primeiros processos a serem retardados ou interrompidos são a divisão e expansão celular, posteriormente ocorre o fechamento dos estômatos, diminuição da fotossíntese e aceleração da senescência e da abscisão das folhas. Desta forma, o crescimento e desenvolvimento das plantas diminui, ocasionando uma acentuada queda na produtividade.

O excesso de água no solo, é tão prejudicial, quanto o déficit hídrico, pois o mesmo ocasiona a hipóxia ou a anoxia, dificultando a respiração das plantas e, conseqüentemente, causa a queda da produção de energia necessária para a síntese, translocação e absorção ativa dos compostos essenciais para sua sobrevivência. Além disso, a falta de oxigênio provoca uma queda no processo fotossintético e prejudica a conversão da matéria orgânica pelos microrganismos, em formas que a planta possa reutilizar. Ocorrendo, portanto, uma menor taxa de crescimento e desenvolvimento das plantas devido à queda significativa da eficiência de transformação dos fotoassimilados, nestas condições. Esse excesso hídrico também provoca a

lixiviação dos nutrientes, favorece o aparecimento de pragas e doenças e aumentam significativamente os custos com água e energia elétrica (REGO *et al.*, 2004).

Diante disso, pode se observar que nestes estudos os tratamentos com menores lâminas de irrigação foram intensamente influenciados de forma negativa pelo déficit hídrico. No entanto, os tratamentos com maiores lâminas de irrigação não foram influenciados negativamente pelo excesso de água, provavelmente esse fato ocorreu devido as maiores lâminas de irrigação não serem suficiente para causar desordens fisiológicas nas plantas, uma vez, que possivelmente a eficiência global do sistema não foi muito alta, ou seja, não houve eficiência de 100% de absorção de água pelas plantas, devido a perdas por percolação e redistribuição de água no solo.

É fundamental evidenciar que o comportamento da PD foi similar ao manifestado pela MFPA, apresentando comportamento quadrático em relação as lâminas de irrigação aplicadas no solo. Isto ocorre pelo fato da produtividade ser a relação entre a MFPA e a área ocupada pela cultura.

Comportamentos semelhantes foram obtidos por Andrade Júnior, Duarte e Ribeiro (1992), analisando o efeito de 4 lâminas de irrigação (0,50; 0,75; 1,00 e 1,25) baseados na ECA, aplicadas por microaspersão em alface. Os mesmos constataram que a produtividade apresentou resposta quadrática. No entanto, o valor máximo da produtividade alcançada por estes autores foi de 23.670 kg ha⁻¹ com uma lâmina de 75% da ECA, sendo diferentes dos resultados encontrados neste trabalho.

Andrade e Klar (1997), estudando o efeito de quatro lâminas de irrigação (0,25, 0,50, 0,75 e 1,00) baseadas na ECA, utilizando-se a irrigação por gotejamento na cultura da alface tipo americana, também obtiveram resultado semelhante a este experimento, com relação ao comportamento da regressão, encontrando ajuste quadrático para a produtividade. No entanto a PD máxima encontrada pelos autores, foi superior à encontrada neste experimento. Os mesmos obtiveram 90.970 Kg.ha⁻¹, com o nível de irrigação correspondente a 75% da ECA, trabalhando com um grupo de alface diferente.

O resultado máximo da PD obtida nesse experimento, é superior ao observado por Echer *et al.*, (2000), que encontraram uma produtividade média de 26.950 kg ha⁻¹, estudando o efeito do espaçamento em cinco cultivares de alface do tipo crespa. Diferentemente dos resultados encontrados neste estudo, Hamada e Testezlaf (1995) em seu experimento, observaram que não

houve diferença estatística, a 5% de significância, do efeito das diferentes lâminas de irrigação aplicadas sobre os fatores de produção avaliados para a cultura da alface.

O resultado da PD encontrada neste trabalho, é inferior ao encontrado por Santos (2002) que obteve, para PD o valor máximo de 49.380 kg.ha⁻¹, irrigando-se quando a tensão de água no solo, a 15cm de profundidade, estava em torno de 15 kPa. Já Vilas Boas (2006), encontrou o valor máximo de 33.225 kg.ha⁻¹ para a PD em experimento com alface crespa, com aplicação da lâmina de irrigação de 244,9 mm, sendo este resultado inferior ao encontrado neste estudo.

5.10 Avaliação da eficiência no uso da água

Na tabela 14 foi apresentado o resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a eficiência no uso da água (EUA). Conforme pode ser observado, a EUA foi afetada significativamente pelas lâminas de irrigação aplicadas, pelo teste F a 5% de probabilidade.

TABELA 14 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para a EUA, em função das lâminas de irrigação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO
		EUA (Kg.ha ⁻¹ .mm ⁻¹)
Tratamento	4	5151,89*
Repetições	3	649,58
Erro	12	68,22
CV (%)	--	11,31
Média Geral	--	72,99

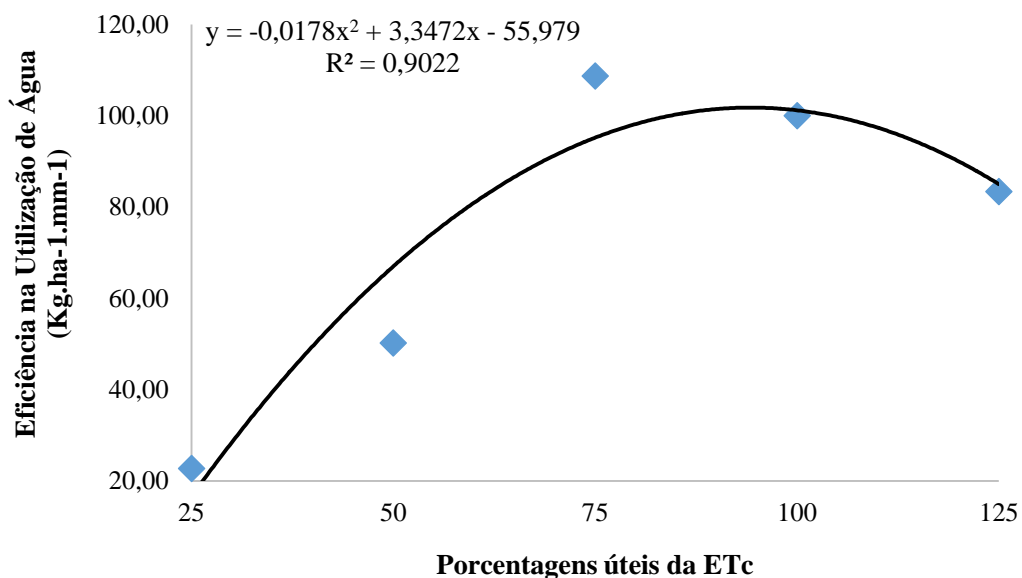
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autor (2018).

De acordo com os dados da regressão apresentados na Figura 14, pode-se observar que a EUA, foi influenciada pelas lâminas de irrigação repostas ao solo, sendo que os resultados da análise de variância demonstraram que esta característica pode ser explicada por uma regressão com comportamento quadrático, ao nível de significância de 1% de probabilidade. Este efeito quadrático apresentado pela EUA, indicou um crescimento na mesma, à medida que se aumentaram as quantidades de água aplicadas, até a lâmina máxima de 75% da ETC. Essa lâmina proporcionou uma maior EUA, sendo o valor alcançado de 135,83 Kg.ha⁻¹.mm⁻¹, em

que 90,22% das variações ocorridas nesta variável em função dos tratamentos, são explicadas pela regressão quadrática.

Figura 14 - Valores médios observados e estimados da EUA, em função das lâminas de irrigação aplicadas. IFMG, Bambuí/MG, 2018



Fonte: Autor (2018).

A partir da lâmina de 75% da ETc, ocorreu uma diminuição na eficiência no uso da água, sendo que o mesmo comportamento foi verificado na cultura da alface por Andrade Júnior, Duarte e Ribeiro (1992), Andrade Júnior e Klar (1997), Santos e Pereira (2004), Vilas Boas (2006), Bozkurt *et al.*, (2009), Lima Junior *et al* (2010), sendo que os mesmos observaram que a utilização de lâminas maiores ocasiona a queda da EUA até seu ponto mínimo, atingido seu máximo com lâminas menores.

Estudando diferentes lâminas de reposição de água, baseados na evaporação de minitanque, (0,30 EVm; 0,60 EVm; 0,90 EVm; 1,20 EVm, 1,50 EVm), na cultura de alface americana cultivada em ambiente protegido e irrigada por gotejamento Lima Júnior (2008), constatou que a maior eficiência do uso de água (563,07 kg.ha⁻¹.mm⁻¹), aconteceu com a aplicação da lâmina de irrigação de 74,53 mm, correspondente ao fator de reposição de água de 30 %. Hamada, 1993 avaliando o efeito de quatro lâminas (60, 80, 56, 100 e 120 % da ECA) na cultura da alface tipo lisa, irrigada por gotejamento, obteve a maior EUA no tratamento com a menor lâmina aplicada (60 % da ECA), sendo diferente do resultado encontrado neste estudo, pois, a maior EUA foi obtida com uma lâmina de irrigação de 75% da ETc.

Araújo *et al.*, (2007), testando cultivares de alface em ambiente protegido, utilizando a lâmina de 100% da ECA, obtiveram para a cultivar Verônica uma EUA de $123,39 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$, sendo este valor superior ao encontrado neste trabalho. Gomes e Sousa (2002), observaram uma maior EUA em relação à PC da alface para a lâmina com base em 50% da ECA, sendo este resultado divergente do encontrado nesse estudo, em que a maior EUA foi observada no tratamento em que foi utilizada a lâmina correspondente a 75% da ETC.

5.11 Simulação do consumo de energia elétrica

Para a obtenção do custo de produção de cada tratamento, foi realizado uma simulação do preço da energia elétrica, que seria utilizada pelo conjunto de irrigação durante todo o ciclo de cultivo da cultura. Essa simulação foi efetuada de acordo com tempo gasto pelo sistema de irrigação, para aplicação das lâminas calculadas para cada tratamento. A simulação de energia foi necessária devido ao fato deste experimento não ter utilizado um sistema de irrigação para aplicação das lâminas diárias de irrigação.

A simulação do consumo de energia elétrica, foi realizada para um sistema de irrigação por gotejamento, composto por uma motobomba centrífuga trifásica da marca Schneider, modelo BC - 21 R1 ¼, com 3 cv de potência, altura manométrica de 28 m.c.a. e vazão de $12,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Já o conjunto de irrigação utilizado para a simulação foi o modelo TopDrip PC AS da empresa NaanDanJain, sendo a vazão de cada gotejador de 1,6 l/h com espaçamento de 0,20 m entre gotejadores.

O primeiro passo para a simulação do consumo de energia foi a obtenção da quantidade de água irrigada em cada tratamento, considerando uma casa de vegetação de 382 m^2 com área útil para cultivo da alface de 300 m^2 , composta por 6 canteiros de 1,00 m de largura x 50 m de comprimento. Na tabela 15 foi apresentado os valores das lâminas de irrigação diárias e totais por cada tratamento.

Tabela 15 - Lâminas de irrigação diárias e totais por cada tratamento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

DATA	ÁREA ÚTIL (m ²)	T1 (mm)	T2 (mm)	T3 (mm)	T4 (mm)	T5 (mm)
23/09/2018	300,00	422,46	844,93	1267,39	1689,86	2112,32
24/09/2018	300,00	449,42	898,83	1348,25	1797,67	2247,08
25/09/2018	300,00	439,59	879,19	1318,78	1758,38	2197,97
26/09/2018	300,00	396,26	792,51	1188,77	1585,03	1981,28
27/09/2018	300,00	430,95	861,89	1292,84	1723,79	2154,73
28/09/2018	300,00	405,71	811,42	1217,13	1622,84	2028,55
29/09/2018	300,00	388,47	776,94	1165,41	1553,87	1942,34
30/09/2018	300,00	315,98	631,96	947,95	1263,93	1579,91
01/10/2018	300,00	252,96	505,92	758,89	1011,85	1264,81
02/10/2018	300,00	381,54	763,07	1144,61	1526,15	1907,68
03/10/2018	300,00	413,74	827,48	1241,23	1654,97	2068,71
04/10/2018	300,00	393,02	786,04	1179,07	1572,09	1965,11
05/10/2018	300,00	354,65	709,30	1063,95	1418,61	1773,26
06/10/2018	300,00	325,45	650,89	976,34	1301,78	1627,23
07/10/2018	300,00	238,96	477,93	716,89	955,85	1194,82
08/10/2018	300,00	347,85	695,70	1043,55	1391,40	1739,24
09/10/2018	300,00	329,31	658,61	987,92	1317,22	1646,53
10/10/2018	300,00	309,89	619,79	929,68	1239,58	1549,47
11/10/2018	300,00	349,64	699,27	1048,91	1398,55	1748,18
12/10/2018	300,00	310,62	621,23	931,85	1242,46	1553,08
13/10/2018	300,00	419,87	839,73	1259,60	1679,46	2099,33
14/10/2018	300,00	367,53	735,05	1102,58	1470,11	1837,64
15/10/2018	300,00	298,64	597,28	895,92	1194,56	1493,20
16/10/2018	300,00	376,26	752,52	1128,79	1505,05	1881,31
17/10/2018	300,00	286,03	572,06	858,10	1144,13	1430,16
18/10/2018	300,00	257,43	514,87	772,30	1029,73	1287,16
19/10/2018	300,00	344,50	689,01	1033,51	1378,01	1722,52
20/10/2018	300,00	277,96	555,92	833,89	1111,85	1389,81
21/10/2018	300,00	341,76	683,51	1025,27	1367,03	1708,79
22/10/2018	300,00	323,01	646,03	969,04	1292,06	1615,07
TOTAL ACUMULADO (mm)		10549,46	21098,92	31648,38	42197,84	52747,31
TOTAL ACUMULADO (m³)		10,55	21,10	31,65	42,20	52,75

Fonte: Autor (2018).

Em posse das lâminas de irrigação por cada tratamento, procedeu-se em seguida, o cálculo do tempo de irrigação gasto pelo sistema para repor a lâmina necessária ao solo (Tabela 16). No cálculo do tempo de irrigação levou-se em consideração que o sistema possuía uma eficiência de aplicação de 95%. Foi considerado também que seria passado duas linhas de gotejadores por canteiro, totalizando 500 gotejadores por canteiro.

Tabela 16 - Tempo de irrigação por tratamento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

DATA	T1 (min.)	T2 (min.)	T3 (min.)	T4 (min.)	T5 (min.)
23/09/2018	5,6	11,1	16,7	22,2	27,8
24/09/2018	5,9	11,8	17,7	23,7	29,6
25/09/2018	5,8	11,6	17,4	23,1	28,9
26/09/2018	5,2	10,4	15,6	20,9	26,1
27/09/2018	5,7	11,3	17,0	22,7	28,4
28/09/2018	5,3	10,7	16,0	21,4	26,7
29/09/2018	5,1	10,2	15,3	20,4	25,6
30/09/2018	4,2	8,3	12,5	16,6	20,8
01/10/2018	3,3	6,7	10,0	13,3	16,6
02/10/2018	5,0	10,0	15,1	20,1	25,1
03/10/2018	5,4	10,9	16,3	21,8	27,2
04/10/2018	5,2	10,3	15,5	20,7	25,9
05/10/2018	4,7	9,3	14,0	18,7	23,3
06/10/2018	4,3	8,6	12,8	17,1	21,4
07/10/2018	3,1	6,3	9,4	12,6	15,7
08/10/2018	4,6	9,2	13,7	18,3	22,9
09/10/2018	4,3	8,7	13,0	17,3	21,7
10/10/2018	4,1	8,2	12,2	16,3	20,4
11/10/2018	4,6	9,2	13,8	18,4	23,0
12/10/2018	4,1	8,2	12,3	16,3	20,4
13/10/2018	5,5	11,0	16,6	22,1	27,6
14/10/2018	4,8	9,7	14,5	19,3	24,2
15/10/2018	3,9	7,9	11,8	15,7	19,6
16/10/2018	5,0	9,9	14,9	19,8	24,8
17/10/2018	3,8	7,5	11,3	15,1	18,8
18/10/2018	3,4	6,8	10,2	13,5	16,9
19/10/2018	4,5	9,1	13,6	18,1	22,7
20/10/2018	3,7	7,3	11,0	14,6	18,3
21/10/2018	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5
22/10/2018	4,3	8,5	12,8	17,0	21,3
TOTAL (min.)	138,81	277,62	416,43	555,23	694,04
TOTAL (h)	2,31	4,63	6,94	9,25	11,57

Fonte: Autor (2018).

O cálculo final do consumo de energia elétrica (Tabela 17) foi de acordo com as características da motobomba, levando em consideração que uma motobomba trifásica consome uma média de 1,0 kw/h a cada 1 cv de potência.

Tabela 17 - Consumo de energia elétrica em Kw/h por tratamento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

T1 (Kw/h)	T2 (Kw/h)	T3 (Kw/h)	T4 (Kw/h)	T5 (Kw/h)
6,9	13,9	20,8	27,8	34,7

Fonte: Autor (2018).

5.12 Custo de produção

Segundo Oliveira *et al.*, (2010) a análise econômica possibilita identificar se o empreendimento está obtendo lucro, ou seja, se os recursos empregados no processo de produção estão sendo remunerados. Além disto, a mesma verifica como está a rentabilidade da atividade em questão, comparada a outras alternativas de emprego do capital e tempo (custo alternativo ou de oportunidade).

Os custos de produção deste experimento foram todos com relação a uma casa de vegetação de 382 m² com área útil para cultivo da alface de 300 m², composta por 6 canteiros de 1,00 m de largura x 50 m de comprimento, produzindo 4 mil pés de alface por ciclo (30 dias) com índice médio de perdas de 5%. A determinação do preço dos custos variáveis e fixos, foram com base em preços atuais estimados pela EMATER, Conab e Agrianual, exceto para a água e energia elétrica, sendo os mesmos determinados através da Deliberação CBHSF Nº 40, de 31 de outubro 2008 e pelo preço informado pela concessionária de energia CEMIG, respectivamente.

5.12.1 Custos fixos e variáveis

Os custos fixos foram semelhantes para todos os tratamentos em questão, pois conforme Reis (2002), os custos fixos não variam com o nível de produção e são eliminados quando a empresa deixa de operar. No entanto, os custos variáveis foram diferentes entre os tratamentos, pois os fatores água e energia elétrica variaram em função da lâmina de irrigação aplicadas nos tratamentos. Deste modo, os tratamentos com maiores lâminas de irrigação possuíram um custo variável maior em relação aos tratamentos com uma lâmina menor. Como um dos objetivos deste trabalho foi quantificar a interferência do custo da água e da energia elétrica na produtividade e rentabilidade da atividade de acordo com a lâmina de irrigação, os mesmos serão apresentados à parte, separados por tratamento, uma vez, que os demais itens que compõem os custos variáveis (Tabela 18) foram semelhantes entre os tratamentos.

Tabela 18 - Custos variáveis do experimento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	CUSTO UNIT. (R\$)	QUANT.	CUSTO TOTAL (R\$)
A - AQUISIÇÃO DAS MUDAS				
Aquisição das mudas	R\$/muda	0,07	4.000,00	280,00
Transporte das mudas (Frete)	R\$/km	3,00	5,00	15,00
Subtotal A				295,00
B - OPERAÇÕES MECANIZADAS				
Preparo do canteiro	HM (Tp 4x2 75cv + roto-encanteirador 1,5m)	106,22	0,15	16,23
Adubação de plantio	HM (Tp 4x2 75cv + Cultivador Adubador - 10 enxadas)	101,28	0,15	15,48
Adubação de cobertura (2x)	HM (Tp 4x2 75cv + Carreta de madeira 2000kg)	93,79	0,46	42,99
Colheita e Classificação	HM (Tp 4x2 75cv + Carreta de madeira 2000kg)	93,79	0,31	28,66
Subtotal B				103,36
C - OPERAÇÕES MANUAIS				
Amostragem de Solo	Homem/dia	70,00	0,08	5,35
Análise de solo	R\$/unidade	70,00	1,00	70,00
Transplântio das mudas	Homem/dia	70,00	0,38	26,74
Adubação de plantio	Homem/dia	70,00	0,04	2,67
Adubação de cobertura (2x)	Homem/dia	70,00	0,23	16,04
Limpeza da área	Homem/dia	70,00	0,19	13,37
Controle de ervas daninhas (3x)	Homem/dia	70,00	0,34	24,07
Condução/Manejo Irrigação	Homem/dia	70,00	1,15	80,22
Colheita e Classificação	Homem-dia	70,00	0,34	24,07
Subtotal C				262,53
D - INSUMOS				
Fertilizante Mineral (MAP)	R\$/tonelada	1.800,00	0,003	5,40
Fertilizante Mineral (Ureia)	R\$/tonelada	1.627,19	0,0114	18,55
Subtotal D				23,95
TOTAL				684,84

Fonte: Conab (2018), EMATER (2017) e Agriannual (2017), adaptado pelo Autor (2018).

A primeira categoria destacada na tabela 18 foi a aquisição de mudas. Estas mudas foram compradas de uma empresa idônea da região ao preço de 7 centavos por unidade. Como cada casa de vegetação possui a capacidade de produzir 4000 pés de alface por ciclo, foi gasto somente com este item R\$ 295,00, no qual R\$ 15,00 foi utilizado para pagar o frete de transporte das mudas para a propriedade. A aquisição das mudas foi de longe o item que mais onerou o custo variável dos tratamentos. A segunda categoria foram as operações mecanizadas, sendo que estas operações foram compostas pelas atividades de preparo do solo, confecção do canteiro, adubações e colheita. Os custos estimados destas operações foram com base nos preços praticados no mercado, sendo todos convertidos para a área de uma casa de vegetação. O preço total do custo variável desta categoria foi de R\$ 119,00 por casa de vegetação, ficando atrás do preço da aquisição das mudas e das operações manuais.

O próximo item foi as operações manuais utilizadas durante o ciclo de cultivo. As mesmas foram determinadas de acordo com a quantidade de homem dia utilizadas para cada atividade, sendo, que para a determinação do valor de cada operação, foi utilizado o valor de R\$ 70,00 por homem dia. Esta categoria foi a segunda mais cara dentro dos custos variáveis, obtendo um valor de R\$ 262,53 por casa de vegetação. Este fato só foi possível, porque não houve nenhuma aplicação de produtos fitossanitários para controle de doenças ou pragas, uma vez que os mesmos foram indispensáveis, pois foi realizado um correto monitoramento de pragas e doenças na casa de vegetação. Portanto se o produtor almeja baixar ainda mais seu custo de produção, o item ideal para ele investir seria no controle fitossanitário de doenças e pragas, de modo a evitar aplicações desnecessárias que oneram e muito a atividade. O ideal é que o mesmo faça monitoramentos e inspeções periodicamente na cultura, sendo indicado a aplicação de produtos químicos em último caso. Por último foi destacada a categoria dos insumos, sendo que a mesmo foi composta pelos custos dos fertilizantes minerais utilizados nas adubações, totalizando um valor de R\$ 23,95 por casa de vegetação.

Deste modo o custo variável que é semelhante para todos os tratamentos, atingiu um subtotal de R\$ 684,84 reais por casa de vegetação. No entanto, neste custo ainda será acrescentado o custo com a água e a energia elétrica utilizada na irrigação, além do custo de oportunidade que se refere a rentabilidade do capital investido para que o produtor possa avaliar a melhor possibilidade para investir os seus recursos e obter retorno, que neste caso foi utilizado a metade da taxa de juros utilizada para o cálculo do custo alternativo nos custos fixos. Na tabela 19 foram apresentados os custos fixos utilizados para calcular o custo de produção de cada tratamento.

Tabela 19 - Custos fixos do experimento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

DESCRIÇÃO	ESPEC.	CUSTO UNIT. (R\$)	QUANT.	CUSTO TOTAL (R\$)
Construção Casa de Vegetação (7,5 m x 51 m)	R\$/Casa Veg.	11.706,11	1,00	11.706,11
Imposto Territorial Rural - ITR	R\$/Casa Veg.	0,57	1,00	0,57
Aquisição da Terra	R\$/Casa Veg.	1.591,80	1,00	1.591,80
Implantação Sistema de Irrigação por Gotejamento	R\$/Casa Veg.	1.595,84	1,00	1.595,84
TOTAL				14.894,32

Fonte: Conab (2018), EMATER (2017) e Agriannual (2017), adaptado pelo Autor (2018).

Os custos fixos do cultivo da alface iniciaram com a construção da casa de vegetação com dimensões de 7,5 m de largura x 51 m de comprimento, totalizando uma área total de 382,5 m², em que foram gastos R\$ 11.706,11 para a construção da mesma, já embutido neste preço a mão de obra necessária para a construção. Os próximos itens considerados nos custos fixos foram a terra e o ITR pago pela mesma. Para calcular o valor do preço do hectare, foi utilizado como base uma terra de boa aptidão agrícola com elevada fertilidade natural, sendo o preço médio obtido de R\$ 41670,15 por ha. Logo após a determinação do preço por ha, foi determinado o preço da terra para uma casa de vegetação. Por último para compor os custos fixos, foi considerado o sistema de irrigação, com um custo de implantação de R\$ 1595,84 por casa de vegetação.

5.12.2 Custo com Água e energia elétrica

O cálculo destes dois custos variáveis, foram de acordo com as diferentes lâminas de irrigação utilizadas no experimento, levando em conta as quantidades de água acumuladas no final do ciclo por tratamento, bem como o tempo gasto pelo sistema para fazer a aplicação da mesma, sendo posteriormente convertido para o consumo de energia elétrica. A estimativa de preço utilizada foi de 1,2 centavos para o m³ de água e de 46 centavos para o Kw/h. Na tabela 20 está apresentado o preço da água e da energia elétrica para cada tratamento.

Tabela 20 - Custos com água e energia elétrica durante o tempo do experimento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

DESCRIÇÃO	ESPECIF.	CUSTO UNIT. (R\$)	QUANT.	CUSTO TOTAL (R\$)
TRATAMENTO 1				
Água	R\$/m ³	0,0120	10,55	0,13
Energia elétrica	R\$/kwh	0,4608	6,90	3,18
TRATAMENTO 2				
Água	R\$/m ³	0,0120	21,10	0,25
Energia elétrica	R\$/kwh	0,4608	13,90	6,40
TRATAMENTO 3				
Água	R\$/m ³	0,0120	31,65	0,38
Energia elétrica	R\$/kwh	0,4608	20,80	9,58
TRATAMENTO 4				
Água	R\$/m ³	0,0120	42,20	0,51
Energia elétrica	R\$/kwh	0,4608	27,80	12,81
TRATAMENTO 5				
Água	R\$/m ³	0,0120	52,75	0,63
Energia elétrica	R\$/kwh	0,4608	34,70	15,99

Fonte: Cemig e deliberação CBHSF Nº 40, adaptado pelo Autor (2018).

Como pode ser observado na tabela 20 à medida que foi aumentando a lâmina de irrigação ocorreu o aumento dos preços desses dois custos variáveis. No entanto a variação de preço destas duas variáveis entre os tratamentos foi significativamente pequena. Esse resultado provavelmente pode ter ocorrido, pelo fato da área de cultivo ter dimensões pequenas, não demandando grandes quantidades destas variáveis e também pelo fato do preço da água e da energia não serem elevados, ocasionando assim uma pequena variação de um tratamento para outro, uma vez que a quantidade requerida destes recursos por tratamento é pequena.

A diferença no custo da água para o tratamento 5, que obteve as maiores lâminas de irrigação, para o tratamento 1, que obteve as menores lâminas de irrigação, foi somente de 50 centavos. Já a diferença dos dois tratamentos com relação ao custo da energia elétrica, foi um pouco maior, mas mesmo assim, a diferença de preço entre os dois extremos foi insignificante, contabilizando uma diferença de R\$ 9,59.

5.12.3 Custo fixo total e custo variável total

Após o levantamento dos custos fixos utilizados no experimento, foi realizado o cálculo da depreciação para a casa de vegetação e para o sistema de irrigação, utilizando uma vida útil de 6 e 10 anos para os mesmos, respectivamente. No entanto, como este experimento está avaliando somente os custos de produção e rentabilidade para o tempo de 1 ciclo da cultura da alface, a depreciação foi calculada expressando o seu valor por ciclo da alface, uma vez que, se tem 12 ciclos de alface por ano. Foi realizado também o cálculo do custo alternativo, sendo a taxa de juros utilizadas de 6% ao ano (0,5% ao mês), equivalente aos juros da caderneta de poupança.

O somatório dos custos da depreciação corresponde ao custo operacional fixo total (CopFT), sendo que o valor do mesmo foi de R\$ 176,46 por ciclo da alface. Esse custo representa o valor que o produtor realmente vai desembolsar para pagar os custos relacionados a sua produção, neste custo não está embutido o custo alternativo ou de oportunidade (rentabilidade do capital investido). Já o somatório da depreciação mais o somatório do custo alternativo representa o custo fixo total (CFT), sendo que para este experimento o mesmo foi de R\$ 250,93. Na tabela 21 estão apresentados de forma detalhada estes custos fixos.

Tabela 21 - Valores do CopFT e CFT. IFMG, Bambuí/MG, 2018

ESPECIFICAÇÕES	V. ATUAL (R\$)	V. ÚTIL (anos)	DEPRECIÇÃO (R\$)	C.A. (6% a.a.)	CF PARCIAL (R\$)
Casa de Vegetação	11.706,11	6	162,58	58,53	221,12
ITR	0,573	0	0,573	0,003	0,00
Aquisição da Terra	1.591,80	0	0,00	7,96	7,96
Sistema de Irrigação	1.595,84	10	13,30	7,98	21,28
CopFT (R\$)					176,46
CFT (R\$)					250,93

Fonte: Autor (2018).

Diferentemente do CopFT e CFT, o custo operacional variável total (CopVT) e o custo variável (CVT) total foram diferentes para cada um dos tratamentos, devido ao fato do custo com energia e água ser diferente para cada tratamento. No entanto, as diferenças entre os custos com água e energia de um tratamento para o outro, não foram muito significativas. Na tabela 22 foram apresentados o CopVT, CA e CVT para cada tratamento.

Tabela 22 - Valores do CopVT, CA e CVT. IFMG, Bambuí/MG, 2018

ITEM	T1	T2	T3	T4	T5
CopVT (R\$)	687,76	691,11	694,42	698,16	701,47
CA (R\$)	1,72	1,73	1,74	1,75	1,75
CVT (R\$)	689,48	692,84	696,16	699,91	703,22

Fonte: Autor (2018).

O CopVT foi calculado através da soma de todos os itens classificados como variáveis, apresentados na tabela 18. O maior valor para este item foi obtido no tratamento 5, pois o mesmo utilizou as maiores lâminas de irrigação, o que implica também no maior custo com energia elétrica e água. O cálculo do CA levou em consideração a metade da taxa de juros da caderneta de poupança, sendo este usado para calcular o CVT. O CVT foi calculado através da soma do CA e do CopVT, obtendo o máximo valor para o tratamento 5 e o mínimo para o tratamento 1.

5.12.4 Custo operacional total e custo total

Para a determinação dos custos de produção finais para cada tratamento, foram calculados o custo operacional total (CopT) e o custo total (CT), sendo que o CopT foi a somatória do CopFT mais a somatória do CopVT, enquanto o CT foi composto pelo CFT e o CVT. Na tabela 23 foram apresentados os valores do CopT e CT para cada tratamento. Estes custos se referem ao total de produção, ou seja, o custo para se produzir os 4000 pés de alface por ciclo.

Tabela 23 - Valores do CopT e CT. IFMG, Bambuí/MG, 2018

ITEM	T1	T2	T3	T4	T5
CopT (R\$)	864,22	867,57	870,88	874,62	877,92
CT (R\$)	940,41	943,77	947,08	950,83	954,15

Fonte: Autor (2018).

Conforme pode ser observado na tabela 23, o tratamento 5 foi o que obteve as maiores taxas do CopT e CT, com valores de R\$ 877,92 e R\$ 954,15 para o CopT e CT, respectivamente, o valor do CT é maior porque nele está embutido o custo alternativo que é a rentabilidade do

capital investido, além do custo operacional que é o gasto que o produtor tem para produzir os 4000 pés de alface. O CT variou de um tratamento para outro em função das variações no custo CVT, conforme descrito anteriormente, uma vez que os custos com a água e energia elétrica foram diferentes entre os tratamentos. No entanto, a diferença de um tratamento para o outro com relação aos valores do CopT e CT, foram pequenas não justificando a utilização de pequenas lâminas de irrigação, uma vez, que estes tratamentos com menores lâminas não atingiram padrão comercial para os pés de alface.

Como o CT leva em consideração o custo alternativo, o mesmo será importante no cálculo da renda líquida, onde será possível concluir se a atividade foi mais rentável do que a caderneta de poupança, ou seja, se renda obtida com a comercialização dos pés de alface cobre a taxa de juros da caderneta de poupança e paga os custos inerentes ao cultivo da alface.

Através do CT e do CopT foi possível calcular o custo médio por unidade produzida de cada tratamento, sendo esse parâmetro fundamental para o cálculo do preço de venda do pé de alface. O cálculo do custo total médio (CTme) por pé de alface, foi obtido através da divisão do CT pela quantidade de pés de alface produzidos na casa de vegetação, já o custo operacional total médio (CopTme) por unidade produzida, foi obtido por meio da divisão do CopT pela quantidade de pés produzidos.

A quantidade de pés de alface que a casa de vegetação produz por ciclo, gira em torno de 4 mil plantas, no entanto essas plantas não são todas aproveitadas, pois há perdas ocasionadas por condições climáticas adversas, ataque de patógenos entre outros fatores abióticos e bióticos. Para o levantamento dos custos médios foi estipulado uma perda média de 5% da produção da casa de vegetação, deste modo a quantidade de unidades de alface produzidas por casa de vegetação foi de 3800 pés. Na tabela 24 está apresentado o valor de CTme e CopTme para cada tratamento.

Tabela 24 - Valores do CopTme e CTme em reais por tratamento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

ITEM	T1	T2	T3	T4	T5
CopTme (R\$)	0,227	0,228	0,229	0,230	0,231
CTme (R\$)	0,247	0,248	0,249	0,250	0,251

Fonte: Autor (2018).

De acordo com a tabela 24 pôde se observar que os custos médios, foram praticamente semelhantes entre os tratamentos, sendo que o menor preço médio para o CopTme foi de 22,7 centavos e o máximo foi de 23,1 centavos, variando 0,4 centavos entre esses dois tratamentos que são os extremos. Para o CTme o maior preço foi do tratamento 5 com média de 25,1 centavos e o menor preço foi de 24,7 centavos, correspondendo ao tratamento 1. Portanto, para que se obtenha lucro na atividade é necessário que o preço de venda do pé de alface, esteja acima do custo total médio da unidade produzida.

5.12.5 Renda bruta e rendas líquidas

Nesta etapa foi calculado a rentabilidade da atividade de acordo com os diferentes tratamentos, seguindo-se o mesmo padrão utilizado para o CTme e CopTme, utilizando se uma taxa de perda de 5% da produção. Para o cálculo da rentabilidade considerou-se a quantidade do produto vendido em relação ao seu preço médio de venda. Em todos os tratamentos, mesmo que em poucas proporções houve uma produtividade, no entanto somente os tratamentos 3, 4 e 5, que correspondem as lâminas de 75%, 100% e 125% da ETc respectivamente, conseguiram atingir um padrão aceito para comercialização. Deste modo foram considerados que somente estes tratamentos obtiveram renda bruta, ou seja, que haverá condições de comercialização do produto.

A determinação do preço de venda do quilograma de alface foi de acordo com os preços médios praticados no CEASA MINAS de Uberlândia (CEART) no mês de outubro de 2018, sendo este, o mês em que se procedeu a colheita e avaliação do experimento. O preço médio do quilograma encontrado nesse período foi de R\$ 4,39 reais. A partir da determinação do preço de venda do quilograma de alface, realizou-se o cálculo da rentabilidade da produção (Tabela 25) através da determinação da renda bruta e das receitas líquidas.

Tabela 25 - Valores da RB e RL em reais por casa de vegetação. IFMG, Bambuí/MG, 2018

ITEM	T1	T2	T3	T4	T5
RB	0,00	0,00	4.482,29	5.497,72	5.730,77
RL (A)	-864,22	-867,57	3.611,41	4.623,10	4.852,84
RL (B)	-940,41	-943,77	3.535,20	4.546,89	4.776,62

Fonte: Autor (2018).

A receita bruta (RB) de cada tratamento, exceto para os tratamentos 1 e 2 que ficaram fora do padrão comercial, foram calculadas através do peso médio da matéria fresca da parte aérea, multiplicando a mesma pela quantidade de plantas produzidas na casa de vegetação e pelo preço médio de venda. Essa RB é a renda total que a atividade gerou sem nenhum desconto dos gastos ou custos. O tratamento que obteve a maior produtividade foi o tratamento 5, com uma produtividade de 1.305,41 kg por casa de vegetação. O tratamento 4 obteve uma produtividade bem próxima desta apresentada pelo tratamento 5, ficando na ordem de 1.252,33 kg por casa de vegetação, enquanto o tratamento 3 que corresponde a lâmina de irrigação de irrigação de 75% da ETc obteve uma produtividade de 1.021,02 kg por casa de vegetação. Os valores das produtividades estimadas acima, foram todas calculadas levando em consideração os 5% de perdas da produção por estufa.

De acordo com a tabela 25, o tratamento que obteve a maior RB foi o tratamento 5, com um valor de R\$ 5.730,77 por casa de vegetação, acompanhado de perto pelo tratamento 4, onde o mesmo obteve uma RB de R\$ 5.497,72 por casa de vegetação. O motivo pelo qual o tratamento 5 obteve a maior RB está diretamente ligado com a produtividade do mesmo, pois como a produção da alface foi comercializada em kg, o tratamento que possuiu a maior produtividade, será o que retornará uma maior RB,

Somente a RB não é suficiente para observar se a atividade obteve lucro ou não, sendo necessário o cálculo da renda líquida, onde a mesma demonstra o lucro da atividade após pagar todos os custos operacionais relacionados a atividade ou após pagar os custos totais, sendo que neste último está embutido o CA que é a rentabilidade do capital investido para saber qual é a melhor alternativa de investimento para o produtor. A RL (A) foi com relação aos CopT e a RL (B) com relação ao CT. A maior RL considerando somente o CopT foi do tratamento 5 acompanhado pelo tratamento 4 e 3, respectivamente, com resultados semelhantes para a RL considerando o CT. Deste modo podemos analisar que apesar do custo de produção do tratamento 5 ser mais elevado, o mesmo foi o que apresentou a maior porcentagem de rentabilidade, devido ao fato de sua produtividade ser maior do que a produtividade dos outros tratamentos.

Como a média de peso da matéria fresca da parte aérea do tratamento 5 foi de 343,53 g.planta⁻¹, podemos calcular quantos reais esse tratamento apresenta de lucro por quilograma de alface. Na média 343,53 g.planta⁻¹, gasta se aproximadamente 2,9 pés de alface para compor 1 kg, sendo que para este tratamento o CTme médio por unidade produzida foi de R\$ 0,251. Diante disso podemos estimar que o custo de produção de 1 kg de alface para este tratamento

foi de R\$ 0,728, e como o mesmo é vendido a R\$ 4,39 o Kg, chegamos a uma renda líquida de R\$ 3,66 por kg de alface. Procedendo desta mesma forma para o tratamento 4, chegamos a uma renda líquida de R\$ 3,64 por Kg de alface, ou seja, o retorno do tratamento 4 é quase semelhante ao retorno do tratamento 5 diferenciando somente por 2 centavos.

6 CONCLUSÃO

Nas condições edafoclimáticas em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que a lâmina de irrigação de 125% da ETc (tratamento 5), foi superior as demais em todas as características agronômicas avaliadas, exceto para a eficiência no uso da água e número de folhas por planta. Com relação ao custo de produção, o tratamento 5 foi o que obteve os maiores custos, sendo o CTme por unidade produzida de 25,1 centavos por pé ou 72,8 centavos por Kg. Entretanto, o mesmo apresentou a melhor rentabilidade para o produtor, com uma renda líquida considerando somente o CT de R\$ 4.776,62 por estufa a cada ciclo da cultura.

Contudo, o tratamento 4 (100% ETc) apresentou resultados satisfatórios, bem próximos aos encontrados para o tratamento 5, com a vantagem de usar uma menor quantidade de água, o que é interessante visto a crescente preocupação com a escassez desse recurso e também pelo menor tempo de uso do sistema de irrigação e motobomba. Em relação ao custo de produção o mesmo obteve uma renda líquida considerando somente o CT, inferior ao tratamento 5, com um valor de R\$ 4.546,89 por estufa a cada ciclo da cultura. Apesar disso, esse tratamento ao longo do tempo pode se tornar mais rentável do que o tratamento 5, pelo fato do mesmo desgastar menos o conjunto de irrigação e a motobomba, exigindo menos gastos do que o tratamento 5, com reparos no sistema de irrigação e na motobomba.

Diante da escassez de informações sobre o momento adequado de se irrigar e a quantidade correta de água a ser aplicada, bem com a escassez de dados relacionados com os custos de produção e rentabilidade da cultura da alface em ambiente protegido na região de Bambuí/MG, esse estudo auxilia o produtor rural na tomada de decisão, levando em consideração os objetivos do mesmo, uma vez que os tratamentos 4 e 5 possuem vantagens totalmente diferentes um do outro em aspectos contrários, sendo o tratamento 5 mais vantajoso no que diz respeito a rentabilidade e o tratamento 4 mais vantajoso nos aspectos ligados a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP: Consultoria e Comércio, 2017.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome, 1998.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiration del cultivo: Guías para a la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006, 298p. (FAO, Estudio de Riego e Drenaje Paper, 56).
- ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana (Lactuca sativa L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicado via foliar**. 1999. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ALVES SOBRINHO, T.; RODRIGUES, D. B. B.; OLIVEIRA, P. T. S.; REBUCCI, L. C. S.; PRETUSSATTI, C. A. Estimativa da evapotranspiração de referência através de redes neurais artificiais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.2, p.197-203, 2011.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; DUARTE, R. L. R.; RIBEIRO, V. Q. **Níveis de irrigação na cultura da alface**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE, 1992. 16p. Boletim de Pesquisa, n.13.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Manejo da irrigação da cultura da alface (Lactuca sativa L.) através do tanque classe A**. 1994. 104 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (Lactuca sativa L.) através do tanque classe A. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 31-38, jan./ago. 1997.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C.; YURI, J. E.; NUNES, U. R.; PIMENTA, F. L.; MATOS, C. S. M.; FLORIO, F. C. A.; MADEIRA, D. M. Emprego de tipos de cobertura de canteiro no cultivo da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.899-903, 2005.
- ANDRIOLO, J. L. **Olericultura Geral: Princípios e Técnicas**. Santa Maria: UFSM, 2002. 158 p.
- ANDRIOLO, J. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; STEFANELLO, M. O. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 35-40, jan./fev. 2003.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. São Paulo: Atlas, 2003.
- ARAÚJO, W. F.; TRAJANO, E. P.; RODRIGUES NETO, J. L.; MOURÃO JÚNIOR, M.; PEREIRA, P. R. V. da S. **Avaliação de cultivares de alface em ambiente protegido em Boa Vista, Roraima, Brasil**. Acta Amazônica, vol.37, n.2, p.299-302, 2007.
- ARBAGE, A. P. **Fundamentos de Economia Rural**. Chapecó: Argos, 2006.

AVILA, M. L.; AVILA, S. S. A.; FERREIRA, C. J. Administração rural: elementos de estudo na fazenda Córrego da Liberdade no município de Ipiranga de Goiás. **Ciência Administrativa**, Faculdade Cenecista de Campo Largo - Coordenação do Curso de Administração v.1, n.2, nov./2003.

BATALHA, M. O. (coord.). **Gestão agroindustrial**. 3 ed. São Paulo, SP. Atlas, 2011

BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; AROUCHA, L. M. M. Qualidade da alface em sistemas consorciados com cenoura sob diferentes densidades populacionais das culturas componentes. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n.3, p. 169-175, 2005.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. DE A.; MARTINS, M. A.; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.730-735, 2010.

BLIND, A. D. **Rendimento de cultivares de alface do grupo americana, em diferentes épocas e sistemas de cultivo, na condição edafoclimática do município de Presidente Figueiredo - AM**. 2012. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus.

BOTEGA, J. V. L. **Viabilidade de métodos óticos para identificação de conteúdo de água de folhas de cafeeiros**. 2009. 115 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BOZKURT, S.; MANSUROGLU, G. S.; KARA, M.; ONDE, S. **Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms**. *African Journal of Agricultural Research*, v. 4, n. 11, p. 1171-1177, 2009.

BRUM, A. J. **Desenvolvimento econômico brasileiro**. 24. ed. Ijuí: Unijuí, 2005.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de Custos e Formação de Preços: Com aplicações na calculadora HP 12c e Excel**. 5ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BUENO, C. R. **Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido**. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C. **Custos: um desafio para a gestão do agronegócio**. 2004. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3134/3134>>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3. ed. rev. atual. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252 p.

CARARETO, E. S.; JAYME, G.; TAVARES, M. P. Z.; VALE, V. P. V. **Gestão Estratégica de custos: custos na tomada de decisão**. **Revista de Economia da UEG**. Anápolis. v. 2, n. 2, jul/dez. 2006.

CARDOSO, G. G. D. G.; KLAR, A. E. **Fracionamento da fertirrigação e seu efeito na produção da alface sob ambiente protegido**. **Irriga**, v.16 n.3, 2011.

CARRIJO, O. A.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. da. Manejo da água na produção de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 45-51, set./dez. 1999.

CASTRO, B. M. C.; A. JÚNIOR, W. C.; PEREIRA, G. A. M.; PEDROSA, C. E.; AZEVEDO, A. M.; FERREIRA, M. A. M. Avaliação de cultivares de alface para cultivo em Diamantina-MG na época do verão. **Horticultura Brasileira**, v. 30, S3031-S3036, 2012.

CBHSF. **Deliberação CBHSF N° 40, de 31 de outubro de 2008**. Estabelece mecanismos e sugere valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaSF/CBH/Delib_40_CBHSF_MecanismosCobranca.pdf>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

CEASA MINAS – UNIDADE DE UBERLÂNDIA. **Preço Médio do Produto em Kg**. Disponível em: <https://minas1.ceasa.mg.gov.br/detec/prc_medio_prd/prc_medio_prd.php>. Acesso em: 01 de novembro de 2018.

CEMIG. **Valores de tarifa e serviços**. Disponível em <https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.

CONAB. **Preço de insumos**. Disponível em: <<http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoCarregarConsulta>>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

DE CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. **Evapotranspiração de referência: Uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa**. Pesquisa Agropecuária. Trop., Goiânia, v. 41, n. 3, p. 456-465, jul./set. 2011.

DELVIO SANDRI, E; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 17-29, 2007.

DERMITAS, C.; AYAS, S. Deficit irrigation effects on pepper (*Capsicum annum* L. Demre) yield in unheated greenhouse condition. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.7, n.3-4, p.989-1003, 2009.

DE RESENDE, A. A.; SANTOS, A. C; COSTA, A. M. **Custos de produção em laticínios**. Custos e @gronegócio on line - v. 2, n. 1, 2006.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. FAO, Technical note 24. Roma: FAO, 1977. 114.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 2, 2012.

ECHER, M. de M.; SIGRIST, J. M. M.; GUIMARÃES, V. F.; MINAMI, K. Efeito do espaçamento no comportamento de cinco cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 507-508, 2000.

EMATER. **Custo de produção**. Disponível em: < <http://www.emater.df.gov.br/custos-de-producao/>>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2000. Anais... São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.

FIGUERÊDO, S. F. **Estabelecimento do momento de irrigação com base na tensão de água no solo para a cultura do feijoeiro**. 1998. 94 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

FIGUEIREDO, S. M. A.; MOURA, L. **Os custos na produção conjunta das indústrias de beneficiamento de castanha de caju – Estado do Ceará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 10, 2002, São Paulo: Anais. São Paulo: FECAP, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

FIORINI, C. V. A.; GOMES, L. A. A.; LIBÂNIO, R. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P.; LICURSI, V.; MORETTO, P.; SOUZA, L.A.; FIORINI, I. V. A. Identificação de famílias F2:3 de alface homozigotas resistentes aos nematóides das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 509-513, 2007.

FURLANETO, F. de P. B.; RECO, P. C.; KANTHACK, R. A. D.; CIMONETTI, D.; MASSUD, J. R. G.; OJIMA, A. L. R. de O.; ESPERANCINI, M. S. T. **Análise comparativa de estimativas de custo de produção e de rentabilidade entre as culturas de soja convencional e transgênica na região de Assis, estado de São Paulo, safra 2006/07**. Informações Econômicas, São Paulo, v.37, n.12, dez. 2007.

FURTADO, L. F. **Vazões de aplicação de solução nutritiva, teor de nitrato em alface sob cultivo hidropônico e aceitabilidade sensorial**. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2008. 71 p. Dissertação de Mestrado.

GEISENHOFF, L. O.; PEREIRA, G. M.; FARIA, L. C. JUNIOR, J. A. de L.; COSTA, G. G.; GATTO, R. F. Viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em Lavras – MG. **Agrian**, v.2, n.6, p.61-69. 2010.

GOMES, E. P.; SOUSA, A. de P. Produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) em função dos valores de lâminas de água aplicados por gotejamento superficial e subsuperficial. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 7, n. 1, 2002.

GOMES, T. M.; MODOLO, V. A.; BOTREL, T. A.; OLIVEIRA, R. F. de. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2. p. 316-319, 2005.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: Condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998, 319 p.

GRANDE, L.; LUZ, J. M. Q.; MELO, B.; LANA, R. M. Q.; CARVALHO, J. O. M. Cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 241-244, 2003.

HAMADA, E. **Desenvolvimento e produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.), submetida a diferentes lâminas de irrigação, através da irrigação por gotejamento.** 1993. 102 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

HAMADA, E.; TESTEZLAF, R. **Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento.** Embrapa, Brasília, v.30, n.9, p.1201-1209, set.1995.

HARTENBERG, J. P. **Apuração do custo e análise dos resultados da produção leiteira.** Trabalho de Conclusão de Curso, Ciências Contábeis da UNIJUÍ, 2013.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009, 7 p. (Comunicado Técnico, n. 75).

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Avaliação econômica da produção de soja no Estado do Paraná, para a safra 2009/10.** EMBRAPA, Circular técnica 72, Londrina, 2009

JENSEN, M. E. Water consumption by agricultural plants. In: KOSLOWSKY, T. T. **Water deficits and plant growth.** New York: Academic Press, v. 2. 1968.

JUNIOR, J. A. L.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; BOAS, R. C. V.; SILVA, W. G. da; SILVA, A. L. P. Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Semina. Ciências Agrárias**, v.33, 2681-2688, dez. 2012.

KANO, C.; CHAVES, F. C. M.; BERNI, R. F.; GONÇALVES, N. R.; SUINAGA, F. A. Avaliação de cultivares de alface crespa sob cultivo protegido no município de Iranduba/AM. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 394-394, jul. 2012.

KATAYAMA, M. **Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão.** In: SIMPOSIO SOBRE NÚTRICÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. POTAFOS, 1993.

KOETZ, M.; COELHO, G.; COSTA, C. C. da; LIMA, E. P.; SOUZA, R. J. de. Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface americana em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 730-737, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAMONT JUNIOR, W. J. What are the components of a plasticulture vegetable system? **Hort Technology**, Alexandria, v. 6, n. 3, p. 150-154, 1996.

LEAL, B. G.; SEDIYAMA, G. C. Modelo matemático para determinação da curva do coeficiente de cultura (Kc). **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.12, n.2, 124-133, Abr./Jun., 2004.

LEONE, G. S. G. **Custos, planejamento, implantação e controle.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA JUNIOR, J. A. de. **Análise técnica e econômica da produção de alface americana irrigada por gotejamento**. 2008. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; COSTA, G. G.; VILA BOAS, R. C.; YURI, J. E. Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 797- 803, 2010.

LIMA, M. E. de. **Avaliação do desempenho da cultura da alface (lactuca Sativa) cultivada em sistema orgânico de produção, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo**. 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

LOPES, J. C. RIBEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. G.; BERNARDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23 n. 1, p. 143-147, 2005.

MAGGI, M. F.; KLAR, A. E.; JADOSKI, C. J.; ANDRADE, A. R. S. Produção de variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 03, p. 415-427, 2006.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed., atualizada e ampliada. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.

MARIANO, J. C. Q.; SANTOS, G. O.; FEITOSA, D. G.; HERNANDEZ, F. B. T. 2011. **Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada - SMAI versão 2.0 copyright © UNESP Ilha Solteira**. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br/smai>>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

MAROTO, J. V. **Horticultura herbácea especial**. 5 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2002, 702 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2001. 111 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região do cerrado. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.342-346. 2006.

MARQUELLI, W. A. **Irrigação por aspersão em hortaliça: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. Brasília, DF, 2008. Embrapa Informação Tecnológica. 2ª. Edição versão atual e ampliada.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R. da; SILVA, W. L. de C. e. **Irrigação por aspersão em hortaliças: Qualidade da Água, Aspectos do Sistema e Método Prático de Manejo**. Embrapa, Brasília, DF. 4ª edição, 2017.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A. Evapotranspiração da cultura do milho. II - relações com a evaporação do tanque classe “A”, com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global, em três épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 15-21, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. **Metodologia do custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MEDEIROS, A.T. **Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas em Paraipaba-CE**, p. 103. Tese (Doutorado em Agronomia: Irrigação e Drenagem). Piracicaba/SP, 2002.

MELLO, N. T. C. *et al.*, **Matrizes de coeficientes técnicos de utilização de fatores na produção de culturas anuais no estado de São Paulo**. Informações Econômicas, São Paulo, v.30, n.5, p.47-105, maio 2000.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; SUGAWARA, M. T.; PEÇANHA, A. L.; GOTTARDO, R. D. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 471-475, 2007.

MESTIERI, D. C.; MUÇOUÇAH, M. F. S. **Viabilidade Econômica da produção de cana de açúcar no estado do Paraná e de São Paulo: estudo de caso**. 2009. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2009.

MIRANDA, J. H.; GONÇALVES, A. C. A.; CARVALHO, D. F. Água e solo. In: MIRANDA, J. H., PIRES, R. C. M. Irrigação. Piracicaba: FUNEP, v.1, p.1-62.2001

MOHAN, S.; ARUMUGAM, N. **Relative importance of meteorological variables in evapotranspiration: factor analysis approach**. Water Resources Management, Índia, v. 10, p.1-20, 1996.

MONTOYA, M. A.; PARRÉ, J. L. (org.) **O agronegócio brasileiro no final do século XX: estrutura produtiva, arquitetura organizacional e tendências**. Passo Fundo: Universitária, UPF, v. 2, 2000.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory-and field-derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**, v. 234, n. 2, p. 153-157. jul. 2001.

MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; SILVA, E. C.; CARVALHO, J. G.; YURI, J. E. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 542-549, 2001.

NASCIMENTO, J. M. do. **Custos Planejamento, controle e gestão na economia globalizada**. São Paulo: Atlas, 2001.

NIELSEN, L. B.; MITCHELL, F.; NORREKLIT, H. Management accounting and decision making: two case studies of outsourcing. **Accounting Forum**, v. 39, n. 1, p. 64-82, mar. 2015.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; SILVA, W. G.; REZENDE, F. C.; GOMES, L. A. A.; JESUS, M. C. N. Análise produtiva e econômica do pepino japonês submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.15, n.7, p. 702-708, 2011.

OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; BISPO, R. C.; SANTOS, I. M. S.; ALMEIDA,

A. C. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência na região Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.4, n.2, p.104–109, 2010.

OLIVEIRA, L. J. C. **Mudanças climáticas e impactos nas produtividades das culturas do feijão e do milho no Estado de Minas Gerais**. 2007. 86 p. Dissertação (Mestrado Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

OLIVEIRA, R. A.; ROCHA, I. S.; SEDIYAMA G. C.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; SILVEIRA, S. F. R. **Coefficientes de cultura da cenoura nas condições edafoclimáticas do Alto Paranaíba, no Estado de Minas Gerais**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 280-284, 2003.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade de custos: Teoria, Prática, Integração com Sistemas de Informações (ERP)**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, p. 161-169. 2005.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

POMPERMAYER, C. B.; PEREIRA LIMA, J. E. **Gestão de custos**. 2003. Disponível em: <<http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/financas/4.pdf>>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Campinas, IAC, 2006, 11 p. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informa_coestecnologicas/58.pdf>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

REIS, J. M. R., RODRIGUES, J. F., ALMEIDA, M. R. Comportamento da alface crespa em função do parcelamento da adubação de cobertura. **Global Science and technology**, v.5 n.2. 2012.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

REGO, J. L.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; GONDIM, R. S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agrônômica**. Fortaleza, v.35, n.2, p. 302-308, 2004.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B. de; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007, 16 p.

RESENDE, G. A.; SANTOS, I. C.; PEDROSA, M. W.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N. **Desempenho de cultivares de alface na região de Campo das Vertentes de Minas Gerais**. Minas Gerais, 2008.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G. Produção de alface americana em função de doses e épocas de aplicação de Supra Potássio®. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 174- 178, 2005.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002, 762p.

SALA, F. C. Melhoramento genético de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa. *Anais...* Viçosa: ABH, jul. 2011, p. S5813-S5827.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

SANTANA, C. V. S.; ALMEIDA, A. C.; TURCO, S. H. N. Produção de alface roxa em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco – BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 1-6, jul./set, 2009.

SANDERS, D. C. **Lettuce production**. Horticulture Information Leaflet, 11. North Carolina State University, 2001. Disponível em: <<http://content.ces.ncsu.edu/lettuce>>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

SANTOS, G. J. **Administração de custo agropecuário**. São Paulo: Atlas, 1993.

SANTOS, J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 165 p.

SANTOS, S. R. **Alface cultivada em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo**. 2002. 79 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, S. R. dos; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões de água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, 2004.

SCHAFFER, V. F. **Produção de alface na região mesoclimática de Santa Maria, RS**. 2009. 69 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

SCHUMACHER, P. V.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Competição de cultivares de alface em Jataí – GO. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. S2727-S2731, 2012.

SEDIYAMA, G. C., RIBEIRO, A., LEAL, B. G. Relações Clima-Água-Planta. Capítulo 2, pag. 46-85. In: **Manejo da Irrigação**. Editor: FARIA, M. A. *et al.*, Lavras: UFLA / SBEA, 1998. 368p.

SEDIYAMA, M. A. N.; RIBEIRO, J. M. O.; PEDROSA, M. W. Alface. In: PAULA JÚNIOR, T. J. de.; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 53-62, 2007.

SENTELHAS, P. C. Class A pan coefficients (Kp) to estimate daily reference evapotranspiration (ET_o). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.7, n.1, p.111-115, 2003.

SILVA, M. B de; GRIGOLO, T. M. **Metodologia para iniciação científica à prática da pesquisa e da extensão II**. Caderno Pedagógico. Florianópolis: Udesc, 2002.

SILVA, M. T.; AMARAL, J. A. B. do. Estimativa da evapotranspiração e coeficientes de cultivo do amendoim irrigado pelo método do balanço hídrico no solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, n.1, p.67-76, abril/2008.

SILVA, M. de C. A. da; TARSITANO, M. A. A.; CORRÊA, L. de S. Análise do Custo de Produção e Lucratividade do Mamão Formosa, Cultivado no Município de Santa Fé do Sul (SP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 40-43, abril 2004.

SILVA, P. A. M. **Análise técnica e econômica da aplicação de água e nitrogênio na cultura da alface americana**. 2005. 93 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, P. A. M.; PEREIRA, G. M.; REIS, R. P.; LIMA, L. A.; TAVEIRA, J. H. S. Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1266-1271. ago.2008.

SILVA, R. A. G. **Administração rural: teoria e prática**. 2. ed. Paraná: Juruá, 2009.

SIQUEIRA, J. V. M; SEABRA JUNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B.; DIAMANTE, M. S.; SANTOS, F. A. S.; PINTO, E. C. S. Desempenho de cultivares de alface crespa durante verão chuvoso em Cáceres-MT. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, 2011.

SOUZA, K. T. S. de. **Efeitos de lâminas de irrigação e da fertirrigação nitrogenada no cultivo da alface em ambiente protegido em Roraima**. 2006. 66 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.3, p. 754-757, 2005.

SOUZA, M. C. M.; RESENDE, L. V.; MENEZES, D.; LOGES, V.; SOUTE, T. A.; SANTOS, V. F. Variabilidade genética para características agrônômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, v.26, n. 3, p. 354-358, 2008.

SUINAGA, F. A. **Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013, 15p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

ULRICH, E. R. Contabilidade Rural e Perspectivas da Gestão no Agronegócio. **Revista de Administração e Ciências Contábeis do Ideau**. v. 4, n.9, p. 1-13, 2009

VICENTE, M. R.; SANTOS, J. A. dos; SANTO, R. M. dos; LEITE, C. V. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para o vale do Jequitinhonha. **Gl. Sci Technol**, Rio Verde, v. 07, n. 02, p.106-118, maio/ago. 2014.

VIGGIANO, J. Produtividade de sementes de alface. In: CATELLANE, P. D. **Produtividade de sementes de Hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p. 1-15.

VILAS BOAS, R. C. **Cultivo de alface crespa em ambiente protegido sob diferentes lâminas de irrigação.** 2006. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. D. A.; GOMES, L. A.; SOUZA, K. J. D., RODRIGUES, R. C.; SOUSA, A. M. D. Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p.393–397, 2007.

YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M.; FREITAS, S. A. C.; RODRÍGUEZ JÚNIOR, J. C. **Alface americana: cultivo comercial.** Lavras: UFLA, 2002. 51 p. (Textos acadêmicos – Olericultura).

ZENG, C.; BIE, Z.; YUAN, B. Determination of optimum irrigation water amount for drip irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. *Agricultural Water Management*, v.96, n.4, p.595-602, 2009.

ZYLBERSTJAN, D. **Gestão do agribusiness.** São Paulo: Atlas, 2002.

APÊNDICE A – Dados climáticos e ETC obtidos durante a condução do experimento

TABELA 26: Dados climáticos e ETC obtidos durante a condução do experimento. IFMG, Bambuí/MG, 2018

DATA	Fase	T. max. (°C)	T. min. (°C)	T. med. (°C)	Ra (mm.dia ⁻¹)	ET0 (mm)	Kc	ETc (mm)
23/09/2018	I	32,6	14,4	23,5	13,9	5,63	1,00	5,63
24/09/2018	I	34,7	15,7	25,2	13,9	5,99	1,00	5,99
25/09/2018	I	33,7	14,6	24,2	13,9	5,86	1,00	5,86
26/09/2018	I	32,1	16,8	24,5	13,9	5,28	1,00	5,28
27/09/2018	I	33,7	15,9	24,8	13,9	5,75	1,00	5,75
28/09/2018	I	33,2	18,0	25,6	13,9	5,41	1,00	5,41
29/09/2018	I	32,5	18,5	25,5	13,9	5,18	1,00	5,18
30/09/2018	II	31,7	18,7	25,2	13,9	4,96	0,85	4,21
01/10/2018	II	25,4	17,7	21,6	15,8	3,97	0,85	3,37
02/10/2018	II	32,8	18,4	25,6	15,8	5,98	0,85	5,09
03/10/2018	II	33,5	15,8	24,7	15,8	6,49	0,85	5,52
04/10/2018	II	33,6	18,7	26,2	15,8	6,17	0,85	5,24
05/10/2018	II	32,0	19,7	25,9	15,8	5,56	0,85	4,73
06/10/2018	II	30,2	19,3	24,8	15,8	5,11	0,85	4,34
07/10/2018	II	25,4	18,7	22,1	15,8	3,75	0,85	3,19
08/10/2018	II	30,8	18,2	24,5	15,8	5,46	0,85	4,64
09/10/2018	II	30,0	18,6	24,3	15,8	5,17	0,85	4,39
10/10/2018	II	30,0	20,3	25,2	15,8	4,86	0,85	4,13
11/10/2018	II	31,9	20,0	26,0	15,8	5,48	0,85	4,66
12/10/2018	II	30,1	20,4	25,3	15,8	4,87	0,85	4,14
13/10/2018	II	34,5	17,3	25,9	15,8	6,59	0,85	5,60
14/10/2018	II	32,7	19,7	26,2	15,8	5,77	0,85	4,90
15/10/2018	II	29,3	20,1	24,7	15,8	4,68	0,85	3,98
16/10/2018	II	32,2	17,8	25,0	15,8	5,90	0,85	5,02
17/10/2018	II	29,0	20,6	24,8	15,8	4,49	0,85	3,81
18/10/2018	II	27,7	20,7	24,2	15,8	4,04	0,85	3,43
19/10/2018	II	31,0	18,9	25,0	15,8	5,40	0,85	4,59
20/10/2018	II	28,2	20,0	24,1	15,8	4,36	0,85	3,71
21/10/2018	II	29,1	15,6	22,4	15,8	5,36	0,85	4,56
22/10/2018	II	29,6	18,5	24,1	15,8	5,07	0,85	4,31

Fonte: Autor (2018).

APÊNDICE B – Lâminas de irrigação diárias e totais por tratamento durante a execução do experimento calculadas pelo método de Hargreaves.

TABELA 27: Lâminas de irrigação diárias e totais por tratamento durante a execução do experimento calculados pelo método de Hargreaves. IFMG, Bambuí/MG, 2018

DATA	UN. EXP. (m ²)	T1 (mm)	T2 (mm)	T3 (mm)	T4 (mm)	T5 (mm)
23/09/2018	2,5	3,52	7,04	10,56	14,08	17,60
24/09/2018	2,5	3,75	7,49	11,24	14,98	18,73
25/09/2018	2,5	3,66	7,33	10,99	14,65	18,32
26/09/2018	2,5	3,30	6,60	9,91	13,21	16,51
27/09/2018	2,5	3,59	7,18	10,77	14,36	17,96
28/09/2018	2,5	3,38	6,76	10,14	13,52	16,90
29/09/2018	2,5	3,24	6,47	9,71	12,95	16,19
30/09/2018	2,5	2,63	5,27	7,90	10,53	13,17
01/10/2018	2,5	2,11	4,22	6,32	8,43	10,54
02/10/2018	2,5	3,18	6,36	9,54	12,72	15,90
03/10/2018	2,5	3,45	6,90	10,34	13,79	17,24
04/10/2018	2,5	3,28	6,55	9,83	13,10	16,38
05/10/2018	2,5	2,96	5,91	8,87	11,82	14,78
06/10/2018	2,5	2,71	5,42	8,14	10,85	13,56
07/10/2018	2,5	1,99	3,98	5,97	7,97	9,96
08/10/2018	2,5	2,90	5,80	8,70	11,59	14,49
09/10/2018	2,5	2,74	5,49	8,23	10,98	13,72
10/10/2018	2,5	2,58	5,16	7,75	10,33	12,91
11/10/2018	2,5	2,91	5,83	8,74	11,65	14,57
12/10/2018	2,5	2,59	5,18	7,77	10,35	12,94
13/10/2018	2,5	3,50	7,00	10,50	14,00	17,49
14/10/2018	2,5	3,06	6,13	9,19	12,25	15,31
15/10/2018	2,5	2,49	4,98	7,47	9,95	12,44
16/10/2018	2,5	3,14	6,27	9,41	12,54	15,68
17/10/2018	2,5	2,38	4,77	7,15	9,53	11,92
18/10/2018	2,5	2,15	4,29	6,44	8,58	10,73
19/10/2018	2,5	2,87	5,74	8,61	11,48	14,35
20/10/2018	2,5	2,32	4,63	6,95	9,27	11,58
21/10/2018	2,5	2,85	5,70	8,54	11,39	14,24
22/10/2018	2,5	2,69	5,38	8,08	10,77	13,46
TOTAL ACUMULADO		87,91	175,82	263,74	351,65	439,56

Fonte: Autor (2018).